E/CONF.39/A/329
3 Nov.1962
ORIGINAL : ESPAÑOL

CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS
SOBRE LA APLICACION DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA
EN BENEFICIO DE LAS REGIONES MENOS DESARROLLADAS

Punto del programa : A. 4. 1. 2

México

NECESIDADES FUTURAS DE ENERGIA EN MEXICO Y PROGRAMA DE UTILIZACION DE LOS RECURSOS PROPIOS DE COMBUSTIBLES

Por Bruno de BECCHI

y Fuhed SUCAR SUCAR,

Programa de Energética,
Comisión Nacional de Energía Nuclear

Las monografías presentadas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas constituyen documentos de trabajo de dicha Conferencia. Se publican tal como han sido presentadas por los colaboradores y los puntos de vista expresados en ellas corresponden a los colaboradores. (Veanse notas al dorso.)

NOTAS

1. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Generales serán distribuidas en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

2. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Especiales serán distribuidas en la Conferencia únicamente en uno de los idiomas oficiales antes indicados.

3. Los resúmenes de las monografías presentadas por los colaboradores serán distribuidos en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

4. No se procederá a la distribución general de las monografías y resúmenes con antelación a la Conferencia. Unicamente serán publicadas en cantidades limitadas con antelación a la Conferencia para uso exclusivo de las delegaciones de los gobiernos participantes y de otros participantes autorizados. La publicación con posterioridad a la Conferencia y la distribución general de las actas y debates de la Conferencia seguirán las prácticas de las Naciones Unidas establecidds por ia Junta de Publicaciones de las Naciones Unidas.

NECESIDADES FUTURAS DE ENERGIA EN MEXICO Y PROGRAMA DE UTILIZACION DE LOS RECURSOS PROPIOS DE COMBUSTIBLES.

por BRUNO DE BENEDETTI y FUAED SUCAR SUCAR
Programa de Energética
Comisión Nacional de Energía Nuclear

INTRODUCCION

La evaluación adecuada de las fuentes energéticas de un país, la explotación eficiente y económica de las mismas y la optimisación del programa de consumo de los diversos recursos energéticos para satisfacer las demandas previstas, constituyen un campo propicio para el auxilio que la ciencia y la tecnología pueden ofrecer. La necesidad de estimaciones de consumo y programas de explotación elaborados, adquiere singular importancia cuando se tienen múltiples necesidades de inversión y solo se cuenta con un presupuesto modesto del que se desea obtener el máximo beneficio para la población. Tanto una inversión demasiado baja como una excesivamente alta en la industria energética pueden ser sumamente dañinas para la economía y el progreso nacionales.

Con base a un estudio estadístico de las reservas, la producción y el consumo energético de México, se hace en este trabajo una estimación preliminar de la oferta y la demanda de energía en el futuro próximo analizando la forma de satisfacer la segunda con las posibilidades que ofrece la primera. Las conclusiones buscadas consisten en determinar las necesidades de investigaciones y estudios para satisfacer convenientemente la demanda futura de energía y la posible participación de los combustibles nucleares.

RESERVAS RENOVABLES

Para el período que cubre este trabajo la única fuente de energía renovable que puede tener una participación apreciable en la producción energética de México, la constituyen los Recursos Hidroeléctricos.

Potencial Hidroeléctrico.- Las precipitaciones son escasas en la República Mexicana, estimándose en 420,000 millones de metros cúbicos anuales(1), y su distribución es marcadamente irregular tanto con respecto a la superficie como con respecto al tiempo. Como consecuencia el potencial hidroeléctrico del país es moderado y su aprovechamiento resulta muy costoso dado que se hace necesario construir grandes obras hidráulicas de captación y almacenamiento.

Varios estudios han sido realizados para estimar el potencial hidroeléctrico de México entre los cuales destaca el del Ing. F. Torres H.(2) cuya información es tal vez la más exacta de que se dispone. En la figura 1 se muestra la distribución geográfica de las capacidades estimadas en ese trabajo, las cuales de acuerdo con el procedimiento seguido para el cálculo representan valores aprovechables el 100% del tiempo. A los 6,500 MW de potencial total estimado correspondería una capacidad instalada del orden de 13,000 a 19,000 MVA. Las instalaciones hidroeléctricas actualmente en operación representan aproximadamente el 9% del potencial estimado en el estudio de referencia.

Con una eficiencia promedio de 80% para centrales hidroeléctricas, la generación anual correspondiente al potencial estimado sería del orden de 45,600 GWH, cifra que representa el máximo posible de energía obtenible de esta fuente en el futuro(3).

ENERGIA ELECTRICA

En 1937 el gobierno mexicano creó la Comisión Federal de Electricidad para impulsar la industria de energía eléctrica que estaba mostrando síntomas de estancamiento y para llevar sus beneficios a nuevos centros de consumo del país. La figura 2 muestra la variación real de la capacidad total instalada en el país de 1937 a 1961 y la fracción correspondiente a la C.F.E., asimismo se muestra la proyección de ambos conceptos hasta 1970 basada en el programa de construcción actual de la C.F.E.(4) que, con excepción de las plantas de servicio privado, tiene a su cargo el desarrollo de la generación eléctrica en todo el país desde 1960,

año en que las empresas eléctricas de servicio público fueron adquiridas por el Gobierno de México. Las fracciones de capacidad instalada de centrales hidroeléctricas y térmicas, mostradas en la figura 3, han sido muy semejantes en los últimos años, indicando el programa actual que la fracción hidroeléctrica tendrá la tendencia a disminuir en el futuro próximo y más rápidamente aún a partir de 1970 cuando los más convenientes proyectos hidroeléctricos habrán sido realizados.

La figura 4 muestra la variación de la generación total en el país y de la fracción de origen hidráulico. Para el período 1937-1961 los datos son los reales. La proyección de 1961 a 1970 se obtuvo, para la generación total, de estimaciones realizadas por la C.F.E.(4) para los servicios públicos, analizando la demanda de cada sistema por tipo de consumidor, y de extrapolación de la demanda de servicios privados por el método de crecimiento compuesto de acuerdo con la tendencia de los últimos años. Para la generación hidroeléctrica las estimaciones en este período se obtuvieron de las posibilidades de generación de las centrales existentes y programadas, en el año de precipitaciones pluviales medias. La proyección para 1970-1980 se calculó con crecimiento compuesto para la generación total, con base a la tendencia registrada en los últimos 10 años (9.2% anual) que es aproximadamente igual a la que resulta para las estimaciones 1961-70.

Es práctica ampliamente aceptada emplear el método de crecimiento compuesto para proyecciones de demanda energética a corto plazo (hasta 10 años) y para períodos largos usar algún tipo de regresión en general arbitrario forzando la curva de crecimiento a tener las pendientes deseadas al principio y al final del período considerado para la estimación. Analizando estimaciones de demanda futura de energía eléctrica hechas en México y en Estados Unidos en años recientes(5) (6) se observa que los valores reales posteriormente registrados son generalmente mayores que los estimados debido precisamente a la práctica de usar factores de regresión. Considerando esta experiencia y en vista de la política de impulsar la electrificación del Gobierno Mexicano, que acertadamente aprecia la importancia de la energía eléctrica como factor del progreso, resulta conveniente considerar un crecimiento compuesto sin regresión hasta 1980.

Para la generación hidroeléctrica la extrapolación correspondiente al período 1970-1980 se calculó usando la fórmula de regresión de crecimiento parabólico(7) fijando la pendiente inicial en la tendencia de los años anteriores y la pendiente final, para alrededor del año 2000, como la de una asíntota al máximo probable de generación hidroeléctrica, estimado en 45,600 GWH. Utilizando como premisas las estimaciones de la figura 4 se obtienen las proyecciones de la generación térmica y del combustible necesario correspondiente que se muestran en la figura 5 con una variación parabólica supuesta de la eficiencia de transformación de 3,600 kilocalorías/KWH en 1960 a 2,300 Kilocalorías/KWH en 1980(8). Estos valores han sido calculados para las condiciones de México.

RESERVAS NO RENOVABLES

Petróleo y Gas Natural.- Tradicionalmente la fuente de energía más importante de México ha sido el petróleo y en los últimos años el gas natural ha ido cobrando una importancia cada vez mayor. El consumo combinado de estos dos productos representa en la actualidad aproximadamente el 90% del consumo total de energía en el país.

La explotación del petróleo fué realizada en gran escala por empresas extranjeras desde principios de este siglo hasta 1938. En este último año la industria del petróleo fué nacionalizada y desde entonces su desarrollo ha estado íntegramente en manos de la empresa federal denominada Petróleos Mexicanos (PEMEX). A partir de la nacionalización se ha planeado la explotación de los -

yacimientos existentes en forma más eficiente cubriendo básicamente la demanda del país y exportándose únicamente los excedentes. La exploración de nuevos campos petroleros ha sido intensificada a fin de incrementar las reservas con la rapidez necesaria para asegurar que estas representen al fin de cada año, aproximadamente, 20 veces el consumo del mismo año. A partir de 1946 se ha intensificado notablemente el consumo industrial de gas natural con la construcción de algunos gasoductos importantes. Otras líneas se tienen en construcción y en proyecto para fomentar aun más el consumo en vista que las reservas nacionales han aumentado apreciablemente en los últimos años con el descubrimiento de depósitos muy ricos.

Las áreas petrolíferas actuales y posibles son mostradas en la figura 6. Como puede apreciarse fácilmente el área explorada con perforaciones, donde se encuentran los campos petrolíferos, representa solamente el 25% del área total con buenas posibilidades petrolíferas y aun en esta área explorada existen posibilidades de nuevos depósitos.

La variación del descubrimiento anual de nuevos depósitos de petróleo y gas natural, de producción anual y de reservas totales de los mismo al fin del año se muestran en la figura 7. Los valores correspondientes al gas natural se dan en metros cúbicos de petróleo equivalentes. La figura 8 indica la variación del consumo nacional de gas natural, de petróleo y del total equivalente.

Carbón.- La explotación del carbón mineral en México se ha hecho hasta la fecha en muy pequeña escala, reduciéndose prácticamente a llenar las necesidades de la industria siderúrgica. Esto ha sido consecuencia de la completa dependencia del país en la producción de petróleo y gas natural para satisfacer sus necesidades energéticas, práctica que ha sido seguida para las ventajas evidentes, técnicas y económicas, que presentan los combustibles líquidos y gaseosos sobre los combustibles sólidos cuando se dispone de los primeros en cantidades suficientes.

Resultado de una demanda reducida de carbón mineral en el país ha sido la forma deficiente con que se han explorado los yacimientos de los cuales solo se conocen algunos superficialmente. A continuación se resume la situación actual de las zonas que han sido investigadas hasta la fecha: a) Varias cuencas al Norte del Estado de Coahuila. La zona más ampliamente explorada y la única en explotación actualmente. Se han estimado un mínimo de 3,000 millones de toneladas de carbón coquizable. b) Cuenca de La Mixteca en Oaxaca. — Explorada superficialmente. Contiene por los menos 90 millones de toneladas de carbones relativamente sucios de los que una parte es coquizable. c) Cuenca del Yaqui en Sonora. Exploraciones superficiales han permitido estimar 20 millones de toneladas de carbón antracitoso de buena calidad. d) Cuenca de Colombia en Tamaulipas. Se han estimado 12 millones de toneladas de carbones — en exploraciones preliminares. e) Se conoce la existencia de otras cuencas en varios estados cuya cuantía y calidad de depósitos es ignorada.

Los depósitos conocidos de carbón coquizable representan tres veces la cantidad necesaria para el beneficio de las reservas máximas estimadas de minerales de hierro. La figura 9 indica la variación en la producción de carbón mineral con datos reales hasta 1961, de 1962 a 1970 datos estimados con base a las necesidades programadas de la industria siderúrgica y proyección con crecimiento compuesto para el período 1970-1980 basada en la tendencia anterior para la misma industria.

La explotación del carbón se ha efectuado en el pasado por métodos rudimentarios (columnas y pilares), pero recientemente con el impulso que se está dando a la industria siderúrgica, se ha buscado mayor eficiencia en la extracción del carbón necesario habiéndose logrado a la fecha una notable mejo -

ría tanto por lo que se refiere al método (frentes largos) como a la mecaniza ción de las operaciones.

Combustibles Fisionables.- A partir de 1957, la Comisión Nacional de Energía Nuclear (C.N.E.N.) ha realizado en forma continua un programa de exploraciones geológico-mineras encaminadas a localizar depósitos de minerales radiactivos. Se habían explorado hasta septiembre de 1962 aproximadamente 12,000 Km^2 descubriéndose varios depósitos en ambientes geológicos que van del Precámbrico al Cuaternario los cuales sumados representan cerca de un millón de toneladas de mineral con ley media de 0.143% de U_3O_8. Actualmente es imposible estimar la riqueza de México en combustibles fisionables pues solo ha sido explorada una fracción mínima de la superficie geológicamente favorable.

Durante el desarrollo de las exploraciones la C.N.E.N. ha podido aprovechar los progresos internacionales en las técnicas relacionadas, habiéndose contado con los comentarios de especialistas de países amigos y organismos internacionales quienes han visitado los yacimientos explorados de México y estudiado sus programas y métodos de exploración.

CONSUMO ENERGETICO TOTAL

La figura 10 muestra la variación del producto nacional bruto, total y por habitante, a precios de 1950 y la variación de la población de México. Los datos son reales para el período 1950-1961. La proyección de la población se efectuó usando las estimaciones de la Dirección Nacional de Estadística para el período 1962-1969 y crecimiento compuesto para 1970-1980 con la tendencia anterior.

El progreso efectivo del país es fundamentalmente función del incremento al valor del producto nacional bruto por habitante el cual tuvo un crecimiento aproximadamente compuesto de 2.9% anual en el período 1953-1961. Lo menos que puede esperarse para el futuro es que este índice siga creciendo con la misma rapidez y bajo esta suposición se ha extrapolado hasta 1980. Con base a las cifras estimadas para población y producto nacional bruto por habitante se ha obtenido la proyección del producto nacional bruto total.

Reduciendo a m^3 de petróleo equivalentes todos los elementos participantes (petróleo, gas natural, carbón y generación hidroeléctrica) se ha obtenido la variación del consumo energético total de México, la cual se muestra en la figura 11 junto con la fracción correspondiente a generación hidroeléctrica más carbón para la industria siderúrgica y la variación del consumo energético por unidad del producto nacional bruto.

Estudios realizados por S.H. Schurr sobre la Relación Histórica entre Consumo de Energía y Producto Nacional Bruto en los Estados Unidos(9) permiten observar la influencia del cambio de estructura económica en el sentido de incrementar la fracción industrial (A), como factor determinante de aumento de esta relación e identifica como factores determinantes de disminución de la misma relación a la mejoría en la eficiencia del empleo de la energía (B), la aceleración en el ritmo de productividad (C) y el aumento en la electrificación (D) por su efecto en los dos anteriores.

Las cuatro tendencias (A), (B), (C) y (D) se observan claramente en México pero dominando la influencia de (A) sobre las otras tres en la última década con lo que el consumo energético por unidad de producto nacional bruto ha aumentado marcadamente en este período. Considerando que la fracción industrial de la producción nacional es aún muy pequeña (14.4% en 1960) resulta lógico suponer que su crecimiento seguirá dominando por algún tiempo en la variación de la relación mencionada pero seguramente con un

factor de regresión impuesto por la influencia de sentido opuesto de las otras tendencias.

Aunque resulta difícil estimar la fecha en que la influencia de los diferentes factores se equilibre primero y cambie después el sentido de variación de la relación del consumo de energía al producto nacional bruto, haciéndola disminuir, el hecho de que por otra parte no será brusca la estabilización de dicha relación ni su cambio de dirección, permite hacer una estimación aproximada de su variación durante un período más o menos largo (10 a 20 años). Para el caso de México una variación parabólica de esta relación entre 1962 y 1980, con la pendiente de la tendencia anterior al principio del período y pendiente nula, es decir, estabilización de la relación, alrededor de 1980, resulta bastante aceptable por lo antes expuesto respecto a los factores relacionados con su variación.

De la proyección de esta relación y de la antes calculada para el producto nacional bruto se obtiene la estimación de las necesidades energéticas de México para el período 1962-1980. La proyección de la suma de generación hidroeléctrica y carbón para la industria siderúrgica se obtiene directamente de las extrapolaciones hechas para cada uno de estos conceptos por separada.

CONCLUSIONES

La tendencia actual es llenar con petróleo y gas natural el total de las necesidades energéticas de México deduciendo únicamente el carbón necesario para la industria siderúrgica y la generación hidroeléctrica. Si continuase esta tendencia hasta 1980, de acuerdo con los datos de la figura 11 entre 1962 y 1980 sería necesario producir 975 millones de m^3 de petróleo equivalentes entre petróleo y gas natural y llegar a 1980 con reservas de estos combustibles iguales a por lo menos 12 veces la producción de este año o sea 1,050 millones de m^3 de petróleo equivalentes, no solo para hacer posible la producción necesaria en este año sino también para evitar el agotamiento de estos combustibles, irremplazables en algunas de sus aplicaciones energéticas y como materias primas de gran variedad de industrias. Sumando estas dos cifras y deduciendo el valor de las reservas a fines de 1961 encontramos que será necesario descubrir nuevos depósitos de petróleo y gas natural por un total equivalente mínimo de 1,225 millones de m^3 de petróleo entre 1962 y 1980 para que el problema energético de México se siga resolviendo a base de estos combustibles hasta 1980.

La aceptación de estaposibilidad constituye en principio un peligro, pues, aunque es apreciable el área del país con buenas posibilidades petrolíferas que aún no ha sido explorada, no se puede tener la seguridad de descubrir el volumen mencionado y evidentemente no conviene esperar a que se presente el problema de escasez de estos combustibles para tomar alguna medida, ya que la solución aceptada en ese momento tomaría algún tiempo en cubrir el déficit originándose un obstáculo al ritmo del progreso. Por otra parte, aún en el caso de ser posible mantener esta política hasta 1980, probablemente no será la solución más económica en el futuro.

De lo anterior se deduce la conveniencia de considerar seriamente un cambio gradual a la tendencia actual con la participación cada vez más amplia del carbón mineral y de los combustibles fisionables, siendo necesario para realizar esta alternativa: a) intensificar la exploración detallada de yacimientos de carbón a fin de determinar la calidad y cantidad de combustible en los depósitos, b) seguir adelante con el programa de exploraciones de yacimientos de combustibles fisionables para lograr una estimación preliminar de la cuantía de los mismos en el territorio nacional, c) investi

gar detalladamente las técnicas de explotación y beneficio de estos combustibles determinando los costos de producción de los mismos, d) clasificando la demanda de las diferentes zonas de consumo energético del país por tipo de consumidores, llevar a cabo un estudio técnico-económico para cada zona tendiente a determinar los renglones de consumo en que resulte económico substituir los combustibles líquidos y el gas por carbón o energía nuclear y extender este estudio a condiciones futuras estimadas para cada zona, e) con base a resultados anteriores preparar un programa de participación de diferentes tipos de combustibles para satisfacer la demanda energética futura de cada zona.

El carbón podrá substituir al petróleo y al gas en una gran variedad de aplicaciones industriales, en algunos usos domésticos y en generación térmica. En el caso de los combustibles fisionables el único campo en que actualmente existe la posibilidad de reemplazar a combustibles fósiles en escala apreciable lo constituye la generación térmica.

A partir de los valores de la figura 5 se puede inferir que la generación térmica representará aproximadamente el 9.3% del consumo total de energía en 1980 y que será ese año 2.6 veces la de 1968. Es decir que entre 1968 que es el año más cercano para el que se puede planear generación nucleoeléctrica en México y 1980, entrarán en servicio centrales térmicas que tomarán el 5.75% de la demanda energética en 1980.

Resulta entonces inminente la necesidad de investigar la posición competitiva de alternativas nucleoeléctricas para centrales térmicas programadas después de 1958, particularmente en los casos de unidades de gran potencia operables con factores de planta elevados.

R E F E R E N C I A S

1.- Informe de labores de la Secretaría de Recursos Hidráulicos de México. 1958.

2.- Disponibilidad de energía en México. Publicación interna de la Comisión Federal de Electricidad de México. 1958.

3.- Probable desarrollo de la energía eléctrica de origen hidráulico en la República Mexicana. Bruno De Vecchi. Seminario Latinoamericano Sobre Energía Eléctrica. México. Agosto de 1961.

4.- Demandas, generaciones y curvas características de los principales sistemas eléctricos del país (Período 1962-1970). Publicación interna de la Comisión Federal de Electricidad de México. 1962.

5.- Métodos para la estimación de futuros requerimientos de energía eléctrica. L.F.de Anda y B.Romero H. Seminario Latinoamericano Sobre Energía Eléctrica. México. Agosto de 1961.

6.- Proyección de las necesidades futuras de energía. American Public Power Association. Seminario Latinoamericano Sobre Energía Eléctrica. México. Agosto de 1961.

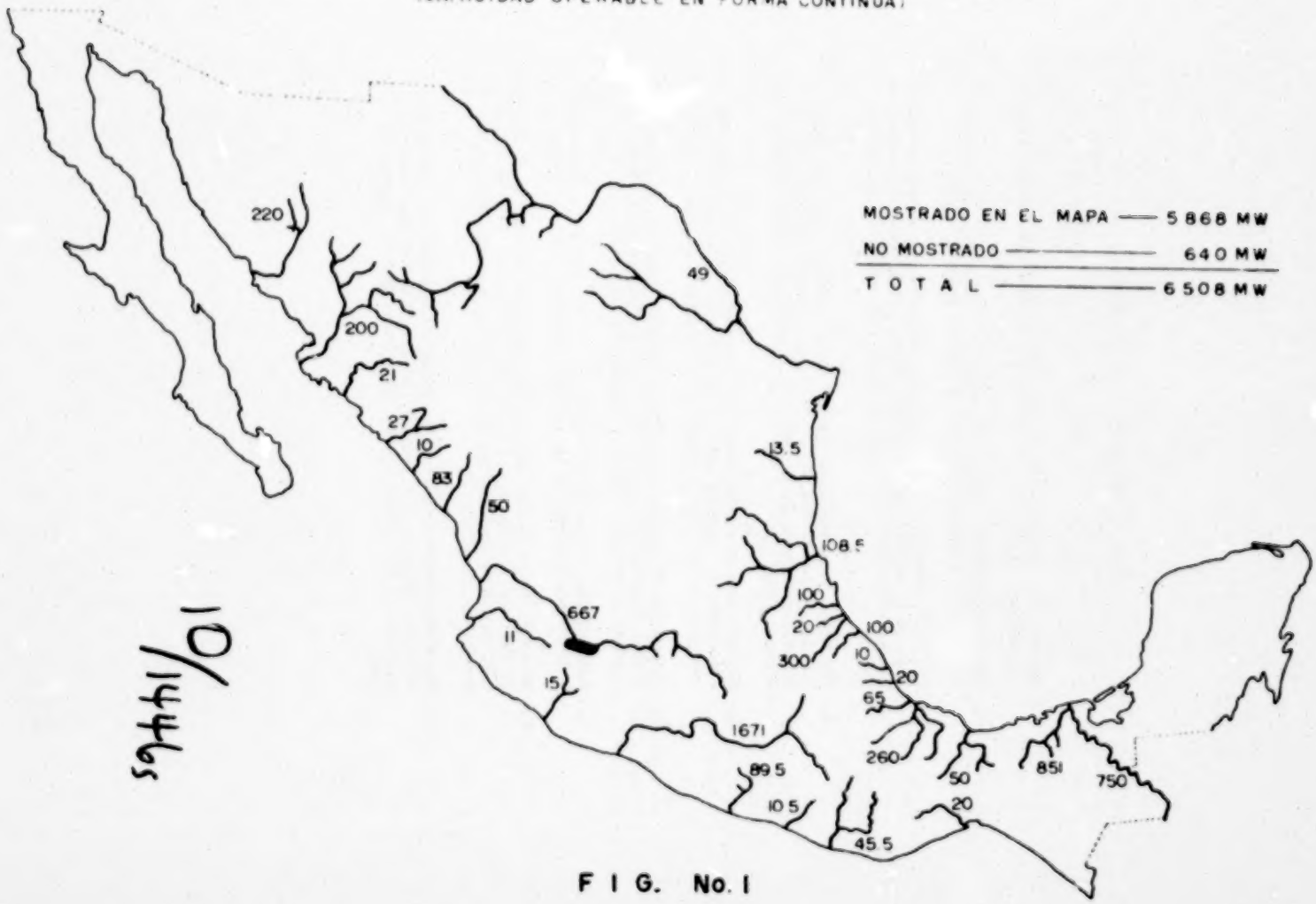
7.- Forecasting electricity requirments. H.J. Board y A.W.Poddor. Conferencia Mundial de la Energía. Madrid. Junio de 1960.

8.- Economic trend in the production, transportation and utilisation of fuel and energy on a large utility system. E.S. Harrison y M.F.Williams. Conferencia Mundial de la Energía. Montreal. Septiembre de 1958.

9.- Relación histórica entre el consumo de energía y el producto nacional bruto en los Estados Unidos. S.H.Schurr. Seminario Latinoamericano Sobre Energía Eléctrica. México. Agosto de 1961.

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO EN LA REPUBLICA MEXICANA

(CAPACIDAD OPERABLE EN FORMA CONTINUA)



F I G. No. 1

10/14/65

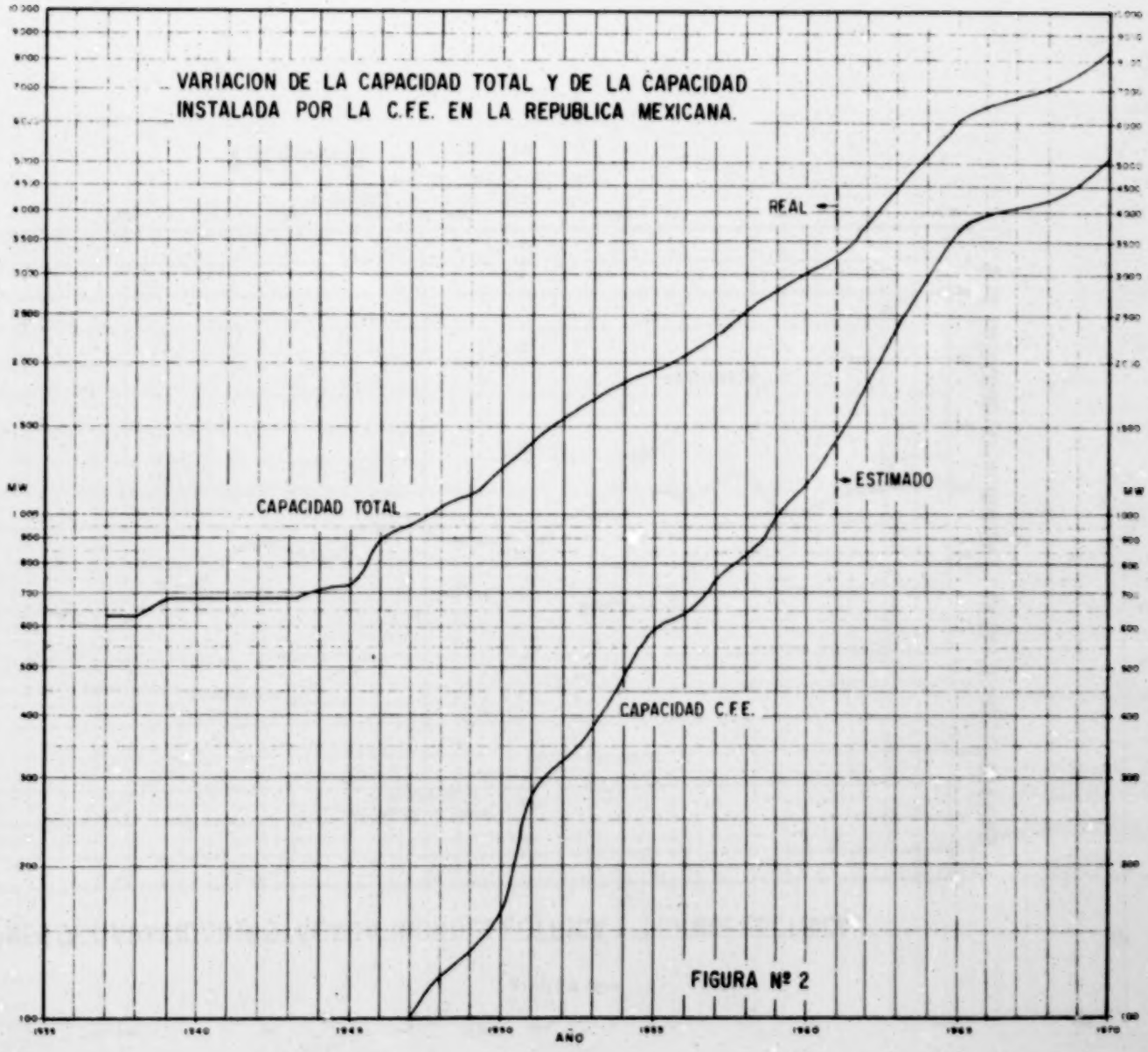

VARIACION DE LA CAPACIDAD TOTAL Y DE LA CAPACIDAD INSTALADA POR LA C.F.E. EN LA REPUBLICA MEXICANA.
REAL
ESTIMADO
CAPACIDAD TOTAL
CAPACIDAD C.F.E.
MW
AÑO
1935
1940
1945
1950
1955
1960
1965
1970

FIGURA Nº 2

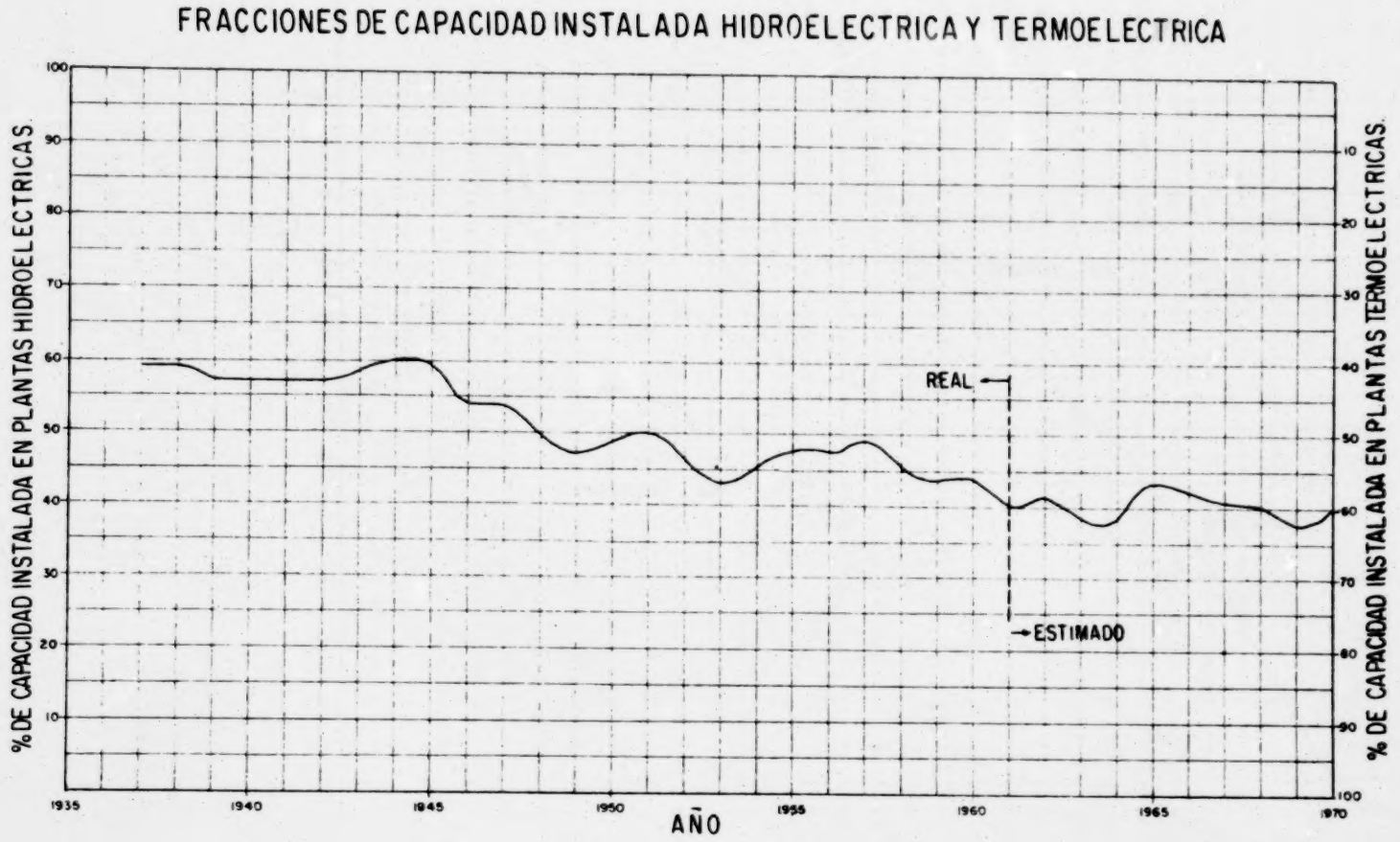

FRACCIONES DE CAPACIDAD INSTALADA HIDROELECTRICA Y TERMOELECTRICA
% DE CAPACIDAD INSTALADA EN PLANTAS HIDROELECTRICAS
% DE CAPACIDAD INSTALADA EN PLANTAS TERMOELECTRICAS
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
1935
1940
1945
1950
1955
1960
1965
1970
AÑO
REAL
ESTIMADO

FIGURA Nº3

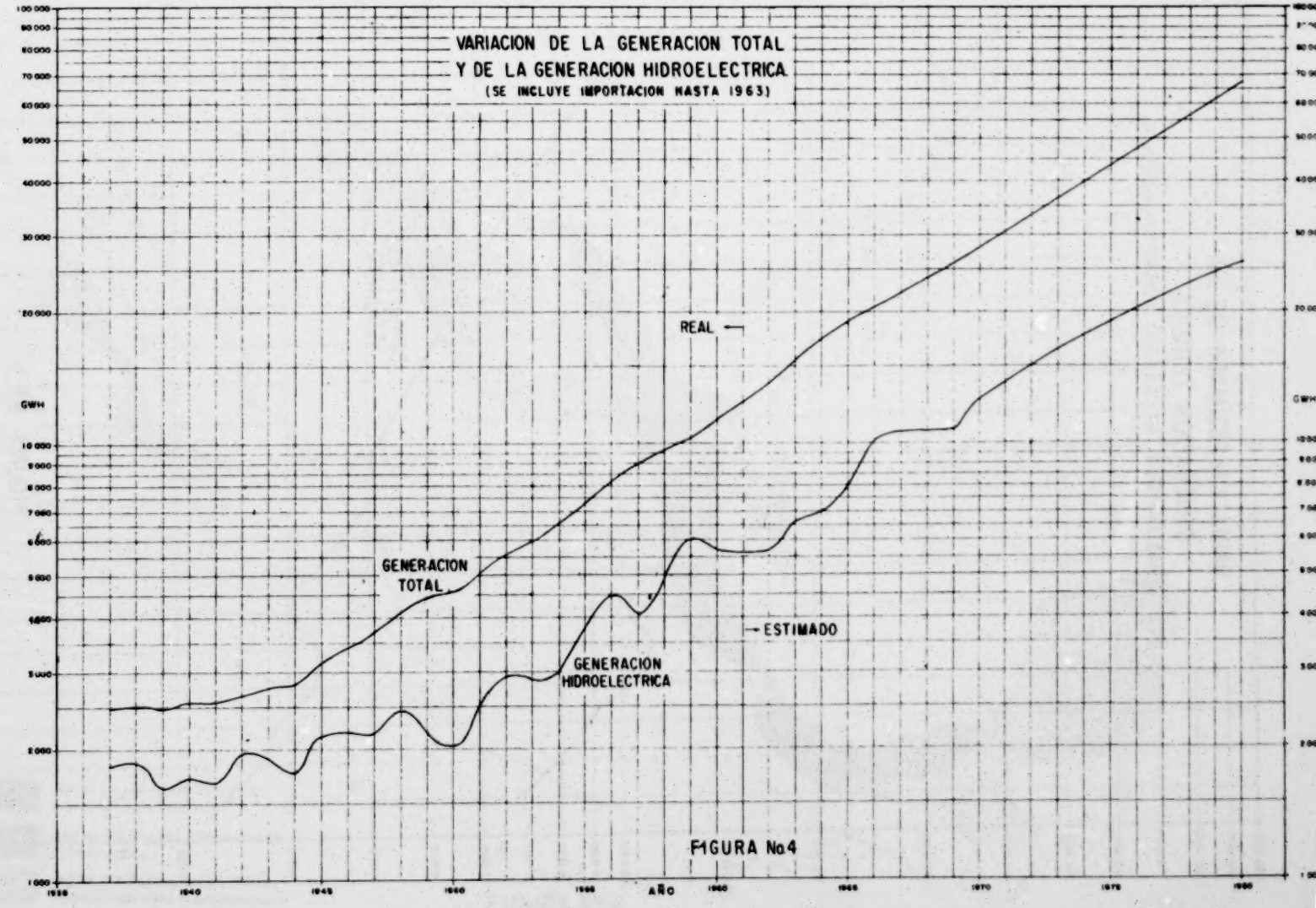

VARIACION DE LA GENERACION TOTAL
Y DE LA GENERACION HIDROELECTRICA
(SE INCLUYE IMPORTACION HASTA 1963)
REAL
ESTIMADO
GENERACION TOTAL
GENERACION HIDROELECTRICA
GWH
AÑO

FIGURA No.4

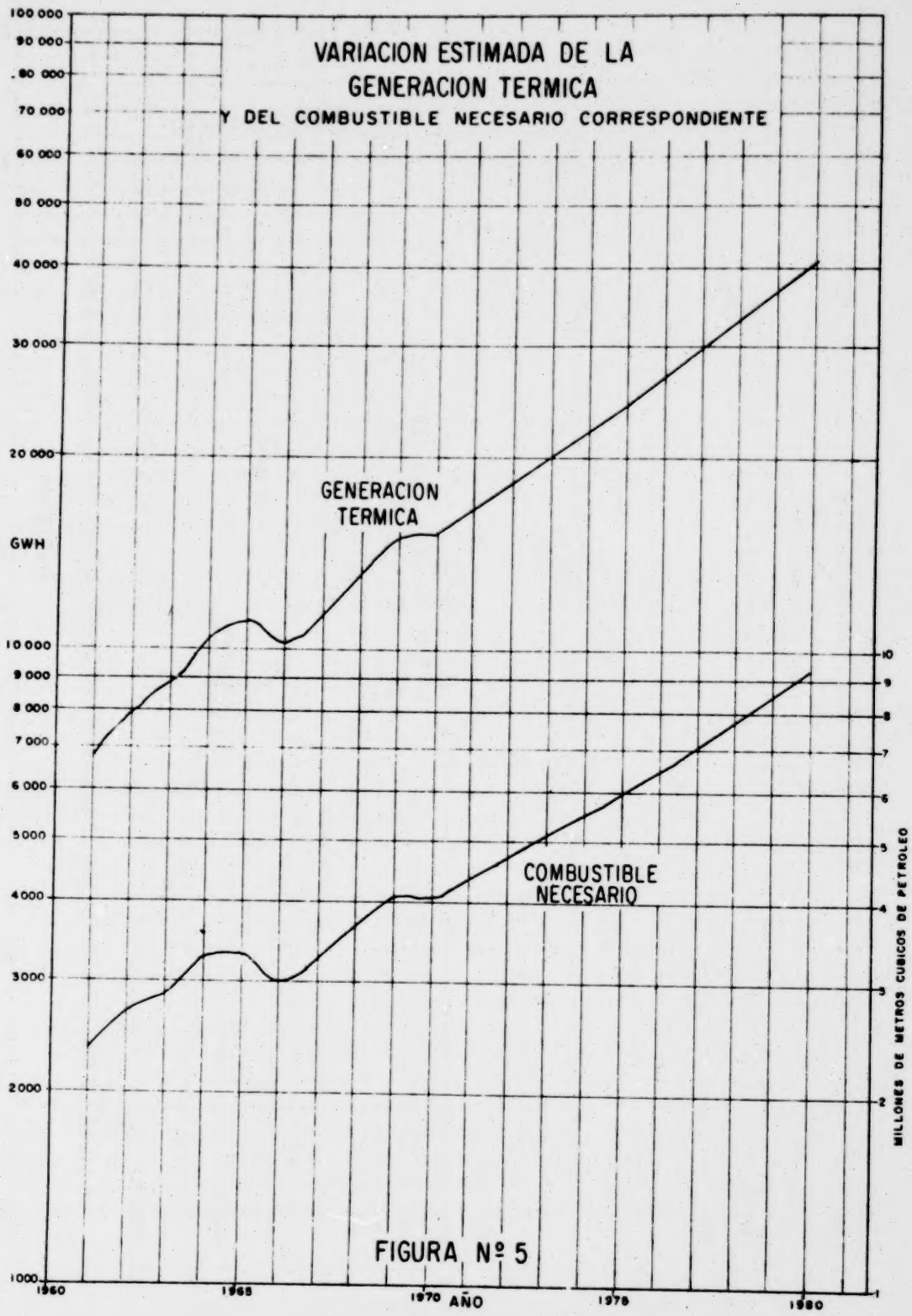

VARIACION ESTIMADA DE LA
GENERACION TERMICA
Y DEL COMBUSTIBLE NECESARIO CORRESPONDIENTE
GENERACION
TERMICA
COMBUSTIBLE
NECESARIO
GWH
MILLONES DE METROS CUBICOS DE PETROLEO
AÑO
100 000
90 000
80 000
70 000
60 000
50 000
40 000
30 000
20 000
10 000
9 000
8 000
7 000
6 000
5000
4000
3000
2000
1000
1960
1965
1970
1975
1980
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

FIGURA Nº 5

DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LAS AREAS PETROLIFERAS DE LA REPUBLICA MEXICANA

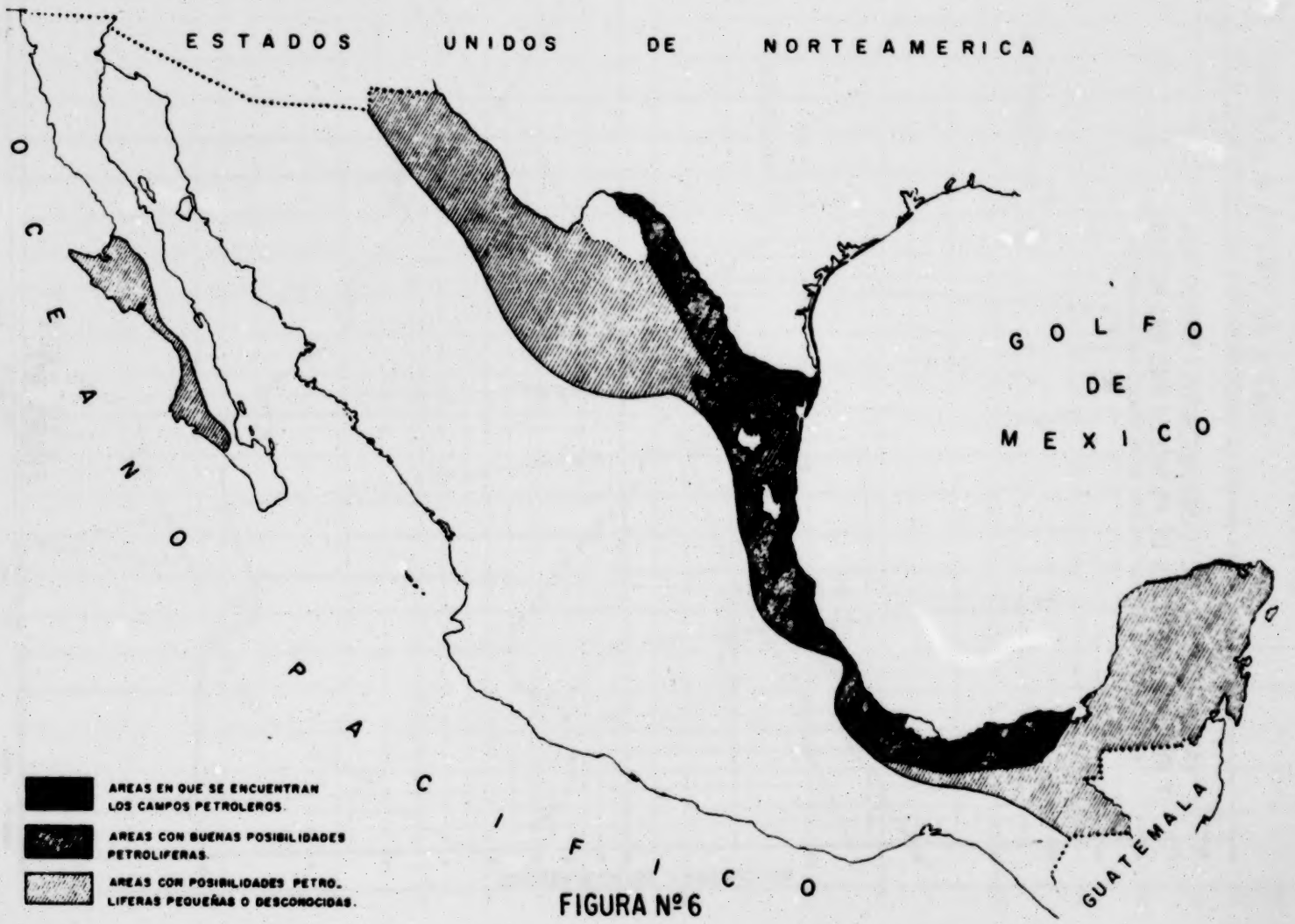

ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA
OCEANO PACIFICO
GOLFO DE MEXICO
GUATEMALA
AREAS EN QUE SE ENCUENTRAN LOS CAMPOS PETROLEROS.
AREAS CON BUENAS POSIBILIDADES PETROLIFERAS.
AREAS CON POSIBILIDADES PETRO. LIFERAS PEQUEÑAS O DESCONOCIDAS.

FIGURA Nº 6

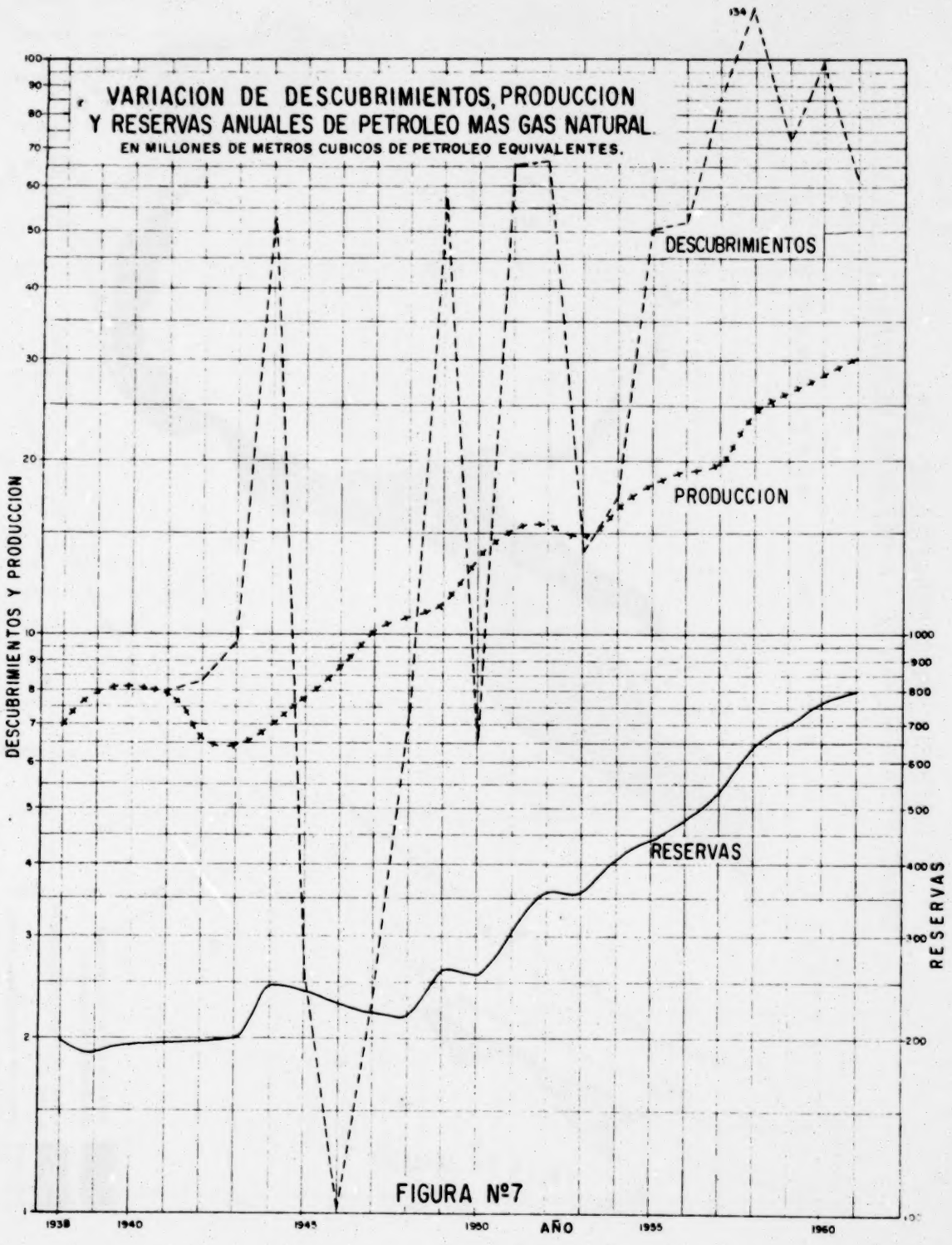

VARIACION DE DESCUBRIMIENTOS, PRODUCCION
Y RESERVAS ANUALES DE PETROLEO MAS GAS NATURAL.
EN MILLONES DE METROS CUBICOS DE PETROLEO EQUIVALENTES.
DESCUBRIMIENTOS
PRODUCCION
RESERVAS
DESCUBRIMIENTOS Y PRODUCCION
RESERVAS
AÑO
1938
1940
1945
1950
1955
1960
134

FIGURA Nº7

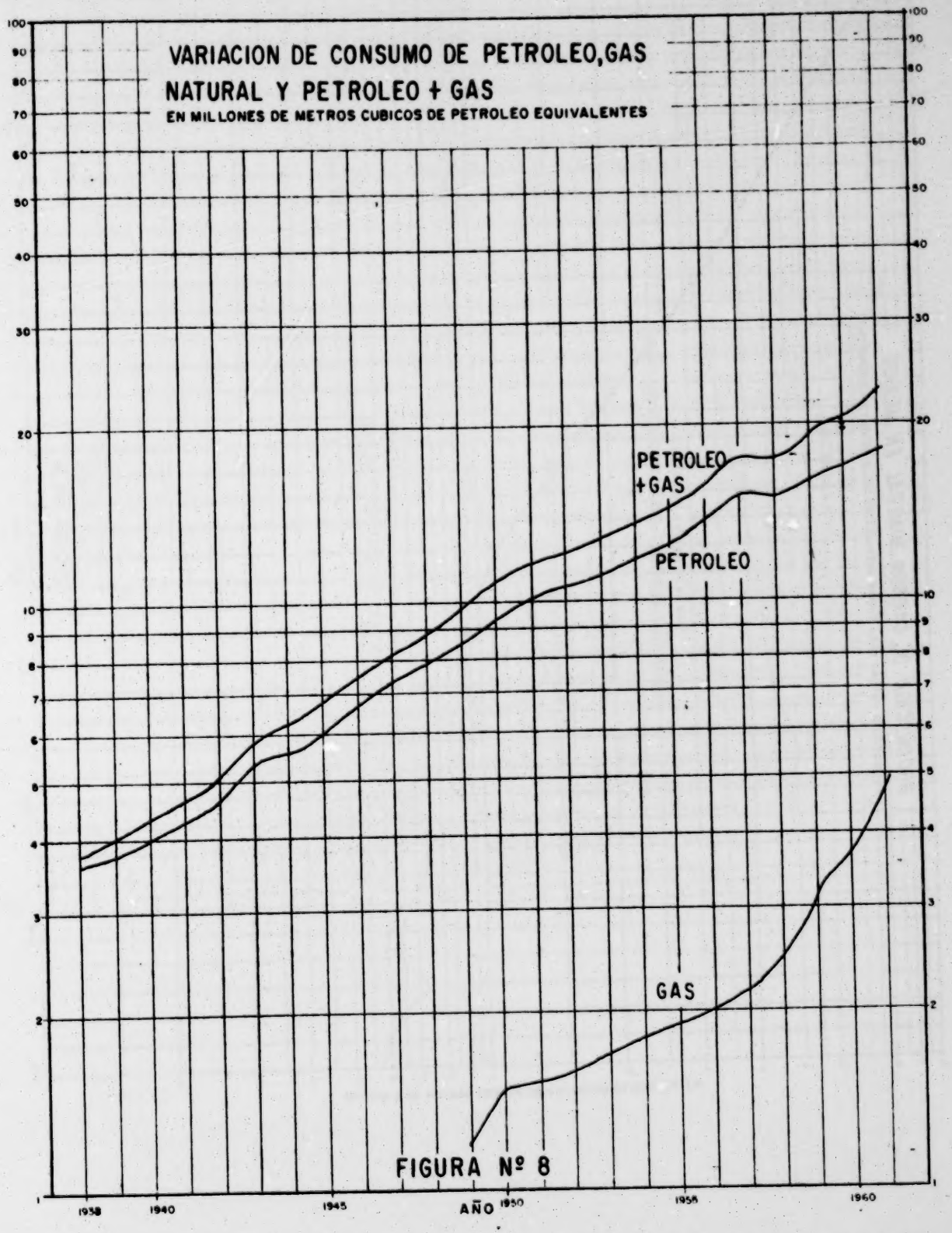

VARIACION DE CONSUMO DE PETROLEO, GAS NATURAL Y PETROLEO + GAS
EN MILLONES DE METROS CUBICOS DE PETROLEO EQUIVALENTES
PETROLEO + GAS
PETROLEO
GAS
AÑO
1938
1940
1945
1950
1955
1960

FIGURA Nº 8

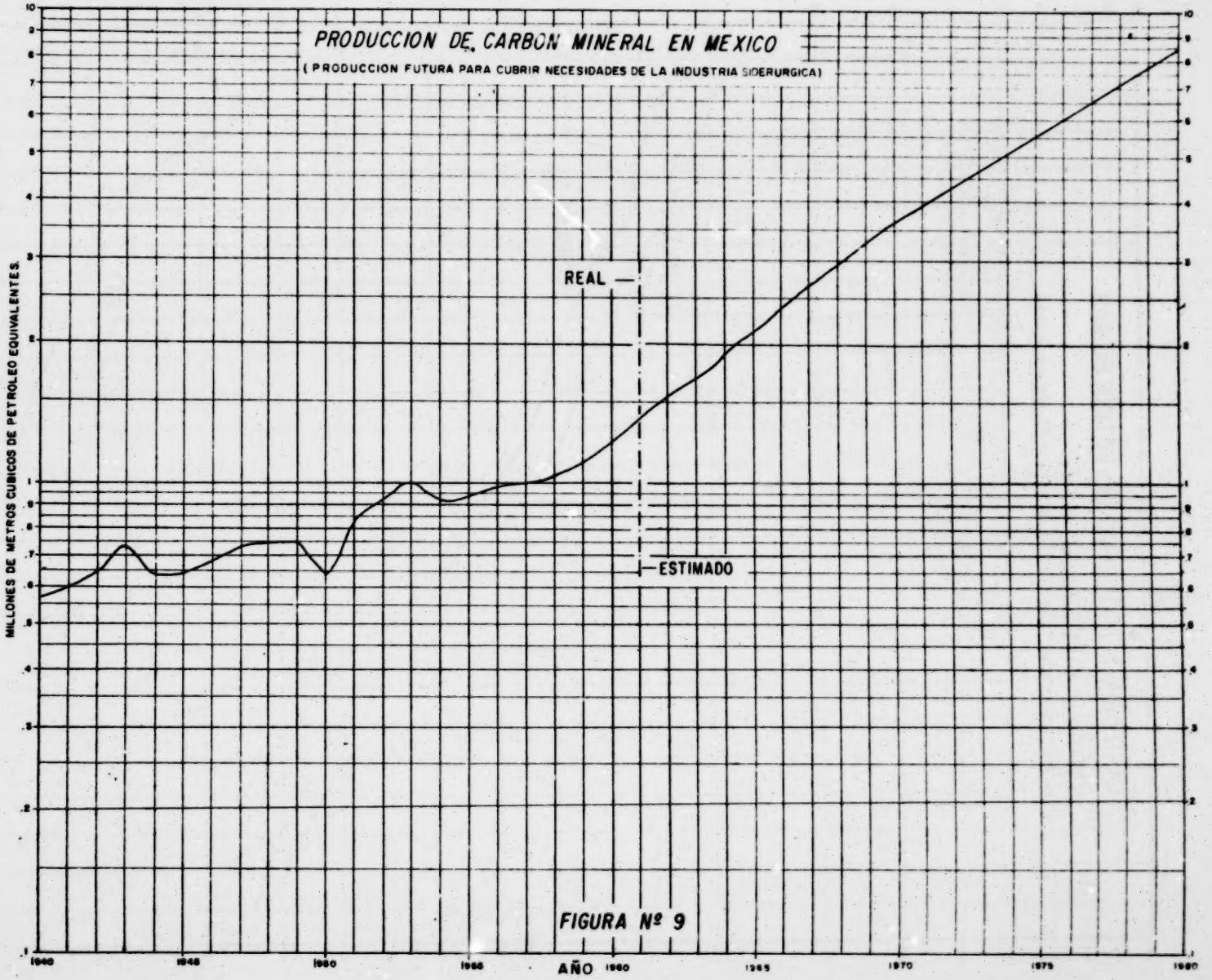

PRODUCCION DE CARBON MINERAL EN MEXICO
(PRODUCCION FUTURA PARA CUBRIR NECESIDADES DE LA INDUSTRIA SIDERURGICA)
MILLONES DE METROS CUBICOS DE PETROLEO EQUIVALENTES.
REAL
ESTIMADO
1940
1945
1950
1955
AÑO 1960
1965
1970
1975
1980

FIGURA Nº 9

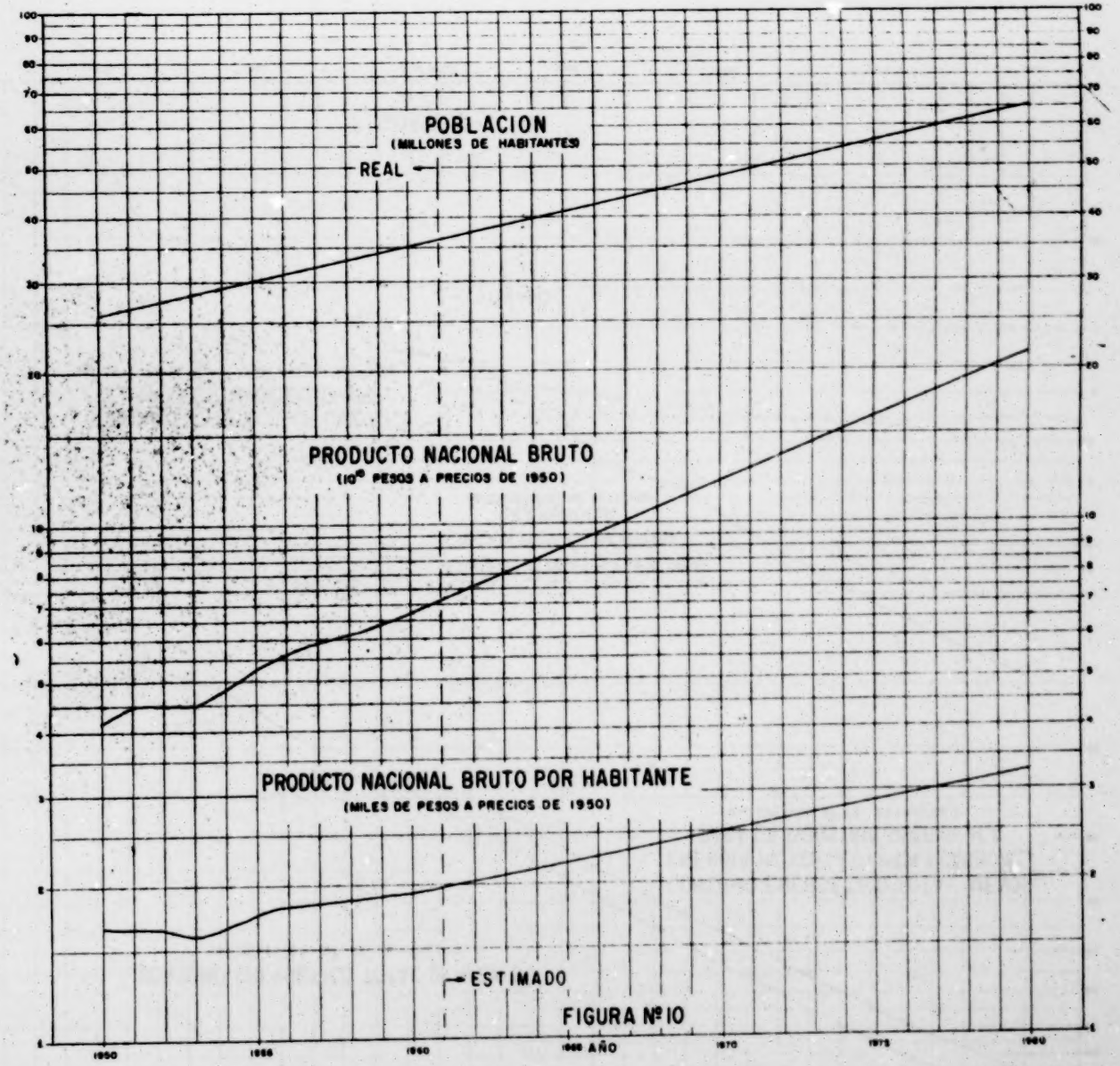

POBLACION
(MILLONES DE HABITANTES)
REAL
PRODUCTO NACIONAL BRUTO
(10⁹ PESOS A PRECIOS DE 1950)
PRODUCTO NACIONAL BRUTO POR HABITANTE
(MILES DE PESOS A PRECIOS DE 1950)
ESTIMADO
1950
1955
1960
1965 AÑO
1970
1975
1980

FIGURA Nº 10

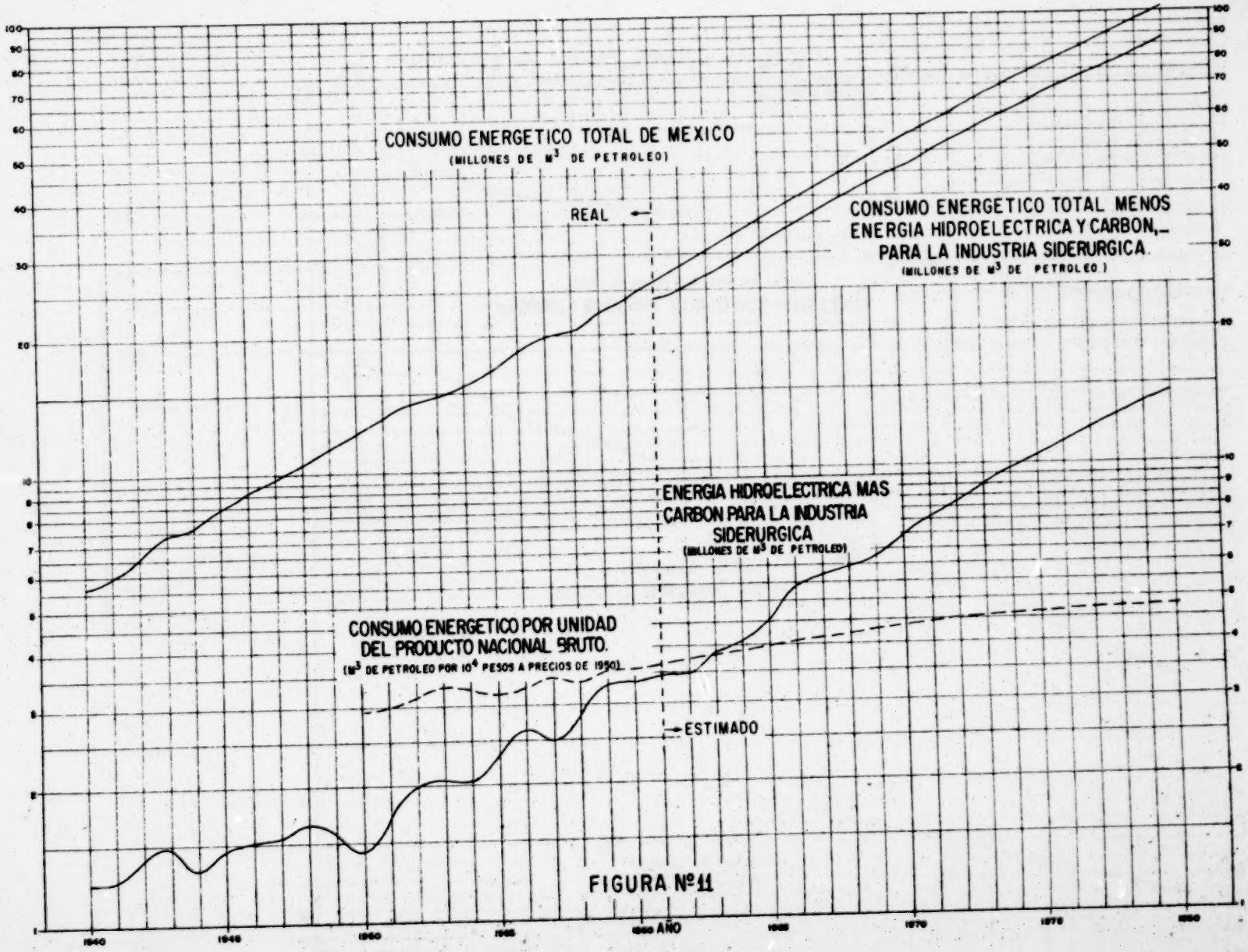

CONSUMO ENERGETICO TOTAL DE MEXICO
(MILLONES DE M³ DE PETROLEO)
REAL
CONSUMO ENERGETICO TOTAL MENOS ENERGIA HIDROELECTRICA Y CARBON,- PARA LA INDUSTRIA SIDERURGICA.
(MILLONES DE M³ DE PETROLEO)
ENERGIA HIDROELECTRICA MAS CARBON PARA LA INDUSTRIA SIDERURGICA
(MILLONES DE M³ DE PETROLEO)
CONSUMO ENERGETICO POR UNIDAD DEL PRODUCTO NACIONAL BRUTO.
(M³ DE PETROLEO POR 10⁴ PESOS A PRECIOS DE 1950)
ESTIMADO
1940
1945
1950
1955
1960 AÑO
1965
1970
1975
1980

FIGURA Nº11

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

CONSIDERATIONS SUR LE DEVELOPPEMENT DES EXPLOITATIONS DE MINERAI DE FER ET DE MANGANESE DANS LES REGIONS PEU DEVELOPPEES

par le Dr. Olindo ZERA, Ingénieur Civil des Mines

Dans le domaine des minerais de fer et de manganèse, l'Italie maintient en activité des mines dont la production annuelle est plutôt modeste.

La cause de cette productivité limitée est à rechercher dans la teneur réduite des bancs ou des lentilles minéralisées, dans l'irrégularité des gisements dûe à des phénomènes génétiques ou à des failles, et dans l'extrême variabilité de leur teneur en métal, ce qui entraîne un morcellement fréquent et irrégulier des gradins exploités. Les quantités de minerai que l'on peut extraire de chaque front de taille en particulier, sont généralement assez réduites.

Le peu d'espace et l'impossibilité d'utilisation de mines longues et de grande envergure, limitent, généralement à deux, le nombre des ouvriers à chaque front de taille.

L'outillage mécanique doit avoir un poids, des dimensions d'encombrement et une puissance très réduits. Dans le secteur "outillage mécanique de petite entité", on peut d'ailleurs trouver en Italie des types qui répondent pleinement à ses besoins.

Pour la production d'air comprimé, on fabrique des moto-compresseurs ou des compresseurs électriques à refroidissement par eau ou par air, montés sur pneumatiques, et dont la capacité est de comprimer deux, quatre, six et plus mètres cubes d'air libre à la minute, en une ou deux phases, jusqu'à six, sept atmosphères. En général, en Italie où l'énergie électrique est disponible à peu près partout, les usines de production utilisent des compresseurs électriques à grande puissance. Dans quelques cas, en particulier lorsqu'on doit effectuer des recherches ou des explorations en localités isolés, on utilise un moto-compresseur capable d'actionner un marteau léger (consommation 2000 / 2500 litres à la minute d'air libre) et une pompe ou un ventilateur à air comprimé.

L'ensemble des petits travaux d'exploration de ce genre, tranchées, petits puits ou descenderies, galeries de petite section etc... peut être accompli par un personnel même inexpert, après une brève période d'apprentissage . Il est toutefois nécessaire pouvoir disposer de quelque bon mécanicien et d'un petit atelier, pour pouvoir effectuer sur place les préparations courantes.

Pour les transports, le chantier devra pouvoir disposer de rails d'un poids minimum de 9 Kg/mt. N'ayant qu'un seul front d'exploitation il n'y aura guère avantage à introduire des moyens mécaniques pour le chargement des wagons. Cette opération ainsi que le roulage, devra se faire à la main. Pour ce genre de travail, le type de wagon qui paraît le plus approprié est celui à culbutage latéral, d'une capacité de 500/750 litres.

Les mines italiennes dont l'exploitation est exclusivement en sous-sol, ont un potentiel annuel qui varie de 50 000 à 250 000 tonnes de minerai. Les mines plus petites ne peuvent se maintenir que si elles

sont à même de fournir un minerai marchand à titre élevé qui en permette la vente à un prix rémunératif. C'est le cas des minerais de manganèse qui ont, tout au moins en Italie, un marché assez actif et soutenu.

Pour obtenir en sous-sol un produit marchand à un titre aussi élevé que possible, sans avoir recours à un traitement ultérieur d'enrichissement, il faut travailler par remblai et soigner surtout le triage.

Dans ces conditions, le rendement de la journée au fond ne dépasse guère les 2 tonnes et le prix de revient total.

Le prix de revient, au fond, est d'environ 4 000 Lires la tonne dont le 60 % de main d'oeuvre. (Le prix de revient de 4 000 Lires comprend les frais de recherches dont la moyenne est d'env. 1500 Lires la tonne).

Bien que l'exploitation en sous-sol de gisements tourmentés et de dimensions limitées ne nécessite pas l'usage de machines compliquées, elle présente cependant des difficultés non négligeables. Les gradins exploités exigent un boisage qui, tout en n'étant pas très spécial nécessite cependant l'oeuvre d'un personnel de bonne expérience.

L'emplacement des divers fourneaux avec leurs trémies relatives, le boisage ou la maçonnerie des galeries, sont des travaux qui ne peuvent être exécutés par un personnel inexpert.

Les distances de roulage au niveau sont grandes et la traction des trains doit s'effectuer par locomoteurs à moteur Diesel ou électriques à batterie. Conduire ces petits locomoteurs, d'une puissance de 15 - 20 HP, n'est pas bien difficile mais le personnel doit être initié et il faut, en outre, de bons mécaniciens pour pourvoir aux révisions périodiques et à l'entretien du matériel.

Le chargement des wagons aux fronts de taille nécessite l'usage de pelles mécaniques de petite capacité (150 l.) dont la consommation d'air comprimé est relativement élevée.

Le travail de perforation, toujours executé par marteaux légers de 15 à 20 Kg, actionnés par servo-supports, est de volume considérable.

Les mètres de mine perforée sont en fonction de la dureté du gisement et de l'importance des traçages. En général, pour l'extraction d'une tonne de minerai, il faut 1 mètre ou 1,50 de mine, avec une consommation d'énergie électrique de l'ordre de 4 Kwh par mètre perforé.

Une consommation considérable d'air comprimé est rendue nécessaire par le fonctionnement des pelles de chargement, par les scrapers à air comprimé, par les ventilateurs et par la nécessité, surtout dans les fourneaux et les descenderies, d'épuration d'air, pour souffler directement vers le front de taille l'air comprimé amené par les mêmes conduites qui servent à l'alimentation des marteaux perforateurs.

De ce qui précède, il ressort nettement que, pour travailler avec une certaine rationalité dans les petites mines aux caractéristiques semblables à celles sus-mentionnées, il est indispensable pouvoir disposer d'énergie électrique et surtout d'un pourcentage assez élevé de personnel spécialisé dans le domaine de la production, initié à l'usage de l'air comprimé, au boisage, à la mise en marche et à l'entretien des locomoteurs, voies... On peut calculer ce pourcentage de personnel expert, d'env, 15 à 20 %.

Il est cependant à croire que dans les régions peu développées où les gisements affleurants n'ont pas encore été exploités, la production pourra être développée au jour, dans des conditions de sécurité nettement meilleures qu'au fond, avec un rendement supérieur, avec la possibilité d'effectuer un triage plus soigné et ceci, avec un personnel même inexpert.

Le rendement d'un mètre de mine, au jour, est bien plus élevé qu'au fond et par conséquent les besoins d'air comprimé seront réduits à 1/3 ou 1/4 de la consommation au fond.

Des marteaux perforateurs plus simples, moins coûteux et plus faciles à manoeuvrer pourront être adoptés.

Les distances de roulage se réduiront; en dirigeant les travaux avec certaines précautions, on pourra éviter l'usage des locomoteurs en convoyant le minerai en trémies opportunément placées de façon à pouvoir charger le minerai directement dans les camions.

L'outillage indispensable se réduira à de petits motocompresseurs, marteaux-légers à servo-supports pour perforer les mines vers le bas.

On utilisera des wagons pouvant être déplacés par un seul ouvrier (capacité 500 l.) ou au maximum par 2 (1000 l.). Il sera toujors préférable choisir le type à basoulage bi-latéral. Dans la majorité des cas, on n'aura plus besoin de pelles de chargement, scrapers, ventilateurs ou autres.

Pratiquement, on travaillera comme il était d'usage il y a un siècle, en Sardaigne, aux grandes escavations de Calamina, de Malfidano, Sa Duchessa, Monteponietc... avec l'estimable avantage qu'offre la perforation mécanique qui augmente 10 - 15 fois le rendement du perforeur, c'est-à-dire 30 - 40 mètres par jour contre 2 - 4 mètres réalisables à la main.

Un autre avantage substanciel est celui de pouvoir disposer de camions pour les transports, ce qui évite d'avoir recours aux plans inclinés dans le cas de transports à des niveaux différents.

Il sera toujours nécessaire effectuer des travaux en sous-sol suivant des traçages à niveau ou le long de la pente, pour reconnaître l'allure générale de lam minéralisation sous les affleurements. Cependant ces travaux seront limités et pourront être exécutés sans nécessité d'un outillage autre que celui normal de perforation mécanique.

Nous avons en Italie quelques exemples d'excavation au jour effectuée avec ce système.

Les grandes pelles excavatrices fabriquées actuellement en Italie, d'une capacité de benne de 1m,50 ne sont pas utiles lorsqu'un triage soigné à la main, du minerai en menus fragments se rend nécessaire.

Dans le cas d'exploitation au jour, d'une certaine envergure, on peut rejoindre, sans outillage spécial, un rendement total sur l'abatage de 12 tonnes par journée de travail, séparant une quantité de stérile de 40 - 50 % du matériel abattu.

Pour un mètre de mine perforée, le tonnage abattu varie de 5 à 6 tonnes. Pour une tonne abattue la consomation d'explosif varie de 80 à 90 gr. Un perforeur, en 8 heures de travail, perce 35 à 40 mètres de mine.

Dans d'autres mines de fer italiennes, où la puissance et le développement en direction des zones minéralisées sont plus consistantes, on arrive à réaliser des productions de minerai brut de l'ordre de 800/1000 tonnes par jour. Le minerai extrait est passé aux installations d'enrichissement, ce qui permet d'obtenir un quantitatif de produit marchant représentant le 40 - 65 % du brut traité.

Les installations d'enrichissement, sur lesquelles nous donnerons plus loin quelques détails, se basent essentiellement sur le système de triage magnétique, pour les minerais contenant de la magnétite, et sur le système de séparation à liquides denses, pour les sidérites qui, ainsi enrichies, seront torréfiées au four à cuve afin de transformer le carbonate en oxyde de fer.

Les travaux au fond des mines qui offrent une production annuelle de brut de l'ordre de 250 - 300 000 tonnes, demandent plus de soins que ceux décrits plus haut, dans les petites mines de manganèse. On suit alors des systèmes d'exploitation par vide: Sub-level stoping, sub-level caving - magasin.

Où les roches sont plus dures on emploie des marteaux plus lourds et plus puissants qui peuvent être manoeuvrés, avec servo-supports, par un seul homme. Outre à de petits scrapers à 1 tambour, d'une puissance de 5 HP, on utilise des scrapers à 2 tambours de 10 - 15 HP.

Des locomoteurs plus puissants, jusqu'à 40 HP sont nécessaires.

Comme pelle de chargement on utilise aussi le type dont la benne a une capacité de 300 litres.

Les wagons sont de plus grande capacité: jusqu'à 1500 litres.

Pour les sondages de recherches en galerie, on utilise le Wagon-Drill, qui sert de même pour les mines longues, en gradins.

La consommation d'air comprimé est très forte et l'on a avantage à se servie, alors, des compresseurs électriques fixes de puissance et capacité relativement élevées: 20 - 30 mètres cubes d'air aspiré à la minute.

Le rendement au fond, monte à 7 tonnes par jour et par ouvrier, et le prix de revient du minerai brut, déposé à la laverie, se monte à environ 1200 Lires la tonne.

L'exploitation en sous-sol de gisements de minerai de fer ayant les caractéristiques semblables à celles décrites plus haut, dans les conditions toutes particulières des régions peu développées, présente, sans nul doute, de sérieuses difficultés.

Des activités consistantes et durables à travers le temps pourront trouver leur point de départ dans les zones d'affleurement, où les travaux d'exploitation se développerent, comme nous l'avons déjà dit, dans des conditions bien plus simples, au moyen d'une mécanisation réduite au minimum, offrant la possibilité d'obtenir des rendements élevés de produits de bonne qualité et avec un sérieux triage à la main.

Tout en exploitant à ciel ouvert, on pourra graduellement initier le personnel aux recherches indispensables et aux explorations en sous-sol, au dessous de la couche d'affleurement.

Par la suite, au fur ét à mesure que le personnel aura acquis l'expérience nécessaire, il y aura lieu d'implanter quelque exploitation-type dans les zones plus faciles. Successivement, on étendra avec le personnel formé; l'abatage au fond dans les zones plus profondes qui présentent des difficultés croissantes et qu'on ne pourrait rejoindre par les excavations de surface à cause de la couche progressivement croissante de stérile à décaper.

On suivra ainsi le même système adopté dans les régions minières européennes (exemple typique pour l'Italie: les amas de calamine pour la région d'iglesias, en Sardaigne), où, si nous jugeons par les gigantesques entonnoirs encore visibles, on a commencé par exploiter en surface des amas de dimensions énormes. Pendant cette même période, au dessous des excavations, on perçait des galeries (moyenne de perforation: 4 à 8 mt. par mois avec 2 ouvriers); on décelait ainsi les bancs, les fuseaux ou les poches qui se prolongeaient en profondeur et l'on commençait à exploiter en sous-sol. Graduellement les progrès techniques aidant, on s'étendait aux zones plus profondes, bien au-dessous de la pente normale, où les poussées des terrains étaient parfois exceptionnelles et les minéralisations changeaient de composition: des carbonates et des oxydes on passait aux sulfures, tandis que le titre moyen du minerai brut tendait à diminuer.

Le passage de l'exploitation "au jour" à l'exploitation " au fond" a demandé, à l'époque, des dizaines d'années; il est possible que dans les régions dites "peu développées", pour rejoindre le même but, ce temps soit inférieure. Il s'agit d'établir si le niveau de préparation des ouvriers de ces régions (certainement plus bas que le niveau correspondant des ouvriers sardes du siècle dernier) pourra ou non être compensé par l'apport d'outillage mécanique, aussi simple que possible pour être confié à un personnel complètement à jeun de notions techniques et, dans bien des cas, - pour des raisons complexes - hostile à l'usage des machines de quelque genre que ce soit.

NOTES SUR L'OUTILLAGE MECANIQUE

à l'usage dans les mines italiennes de modeste potentiel productif.

Production d'air comprimé:

Dans le domaine des gros compresseurs électriques fixes, l'industrie italienne est à même de fabriquer, normalement, une vaste gamme de types allant de 2,5 à 50 mc/min.

Nous ne donnerons aucun autre détail à ce sujet étant donné que l'usage de ces machines ne pourra pas être généralisé faute d'énergie électrique dans les régions peu développées.

D'autre part, tous les pays industrialisés sont en mesure de satisfaire le domaine du marché, en fournissant des types tout à fait semblables à quelque particularité constructive de détail près.

Les motocompresseurs et les moteurs Diesel aussi peuvent être trouvés en Italie en satisfaisant à la fois toute exigence au point de vue puissance (de 2,5 à 6 - 8 mc/min.), système de refroidissement (à air ou à eau), système de déplacement (montés sur pneumatiques ou sur patins)...

La pression de distribution est régulièrement maintenue à 6-7 atmosphères, pour le fonctionnement des marteaux, ventilateurs, scrapers, treuils etc... qui exigent une pression normale de distribution d'air comprimé qui est d'ailleurs, standardisée partout à 6-7 atmosphères.

Dans une exploitation "au jour", il sera utile de pouvoir disposer d'un tracteur normal (40 - 50 HP de puissance) à moteur Diesel, monté sur pneumatiques, qui servira normalement pour la traction des trains et sera de même un précieux auxiliaire dans le déplacement d'unités plus lourdes telles que les motocompresseurs. Ceux-ci devront être souvent déplacés pour être maintenus le plus près possible des machines et diminuer ainsi les pertes et les chutes de pression dans les réseaux de conduites.

Appareillage de perforation

Dans ce secteur aussi, l'Italie peut forunir une vaste gamme de types. Ceux plus appropriés pour "le jour" sont les marteaux légers de 13 ou 15 Kg, avec une capacité de perforation sans servo--supports, de 1,50 ou 2 mètres de mine verticale vers le bas. La consommation d'air comprimé varie de 1200 à 1500 litres à la minute.

Dans les roches de dureté moyenne, un seul homme peut arriver à perforer 30 à 40 mètres de mine en 8 heures de travail.

Au fond, on utilise des marteaux plus lourds (18/20 Kg) avec servo-support pneumatique. Tous les marteaux peuvent être fournis, mus d'injecteur d'eau pour la captation des poussières.

Les cannes usées sont munies - sauf en cas spéciaux - de plaquette en métal dur.

Outre les marteaux pour la perforation des mines, il faut pouvoir disposer de marteaux piqueurs dont le poids croîtra proportionnellement à la dureté des roches. Les types standards varient, comme poids, de 8 à 12 Kg avec une consommation correspondante d'air comprimé de 800 à 1200 litres à la minute.

Pour les marteaux piqueurs il est nécessaire avoir une série d'outils appropriés permettant de briser les blocs et de les tailler.

Moyens d'exhaure à air comprimé

Pour les travaux "au fond" et moins souvent pour ceux "au jour", il est nécessaire disposer de moyens aptes à soulever et éjecter des quantitatifs d'eau à des hauteurs mon excessives. On utilise des pompes à turbine qui peuvent arriver à une portée de 15/20 mètres cubes par heure, avec une différence de niveau de l'ordre de 15 - 10 mètres et une consommation d'air libre de 1500 litres à la minute.

Un autre type de pompe à air comprimé, plus facile à manoeuvrer que le précédent, est constitué par un réservoir se remplissant d'eau automatiquement et dont la pression de l'air introduit dans ce corps de pompe permet la montée de son contenu, lorsque l'eau a rejoint un certain niveau.

Dans le type courant, la portée en inférieure à celle des pompes à turbine (4 - 5 mètres cubes par heure) alors que sa supériorité réside dans la pression exercée par l'air comprimé (40 - 50 mètres pour 5 - 6 atmosphères).

Pelle de chargement

Que ce soit "au jour" ou "au fond", l'usage de la pelle de chargement avec la benne de 150 litres a été généralisée. La pelle se prête aux déplacements sur rail dont l'écartement est de 600 m/m.

La hauteur de la benne au point maximum de sa trajectoire est de 2m,50. En cas de nécessité, dans les galeries basses, cette hauteur peut être réduite à 1m,85.

La puissance de cette benne, en conditions idéales de fonctionnement - sans perte de temps pour la manoeuvre des wagons - peut arriver à une tonne à la minute. Cette machine est munie de deux moteurs en étoile, à air comprimé, d'une puissance totale de 16 HP. La consommation d'air libre est de l'ordre de 3 - 4 mètres cubes à la minute.

La pelle est facile à manoeuvrer, facile à manoeuvrer, facile à déplacer, ne pesant que 2150 Kg, et se prête à divers usages soit au jour, soit au fond.

D'autres pelles de chargement basées su r le même principe constructif mais possédant des bennes d'une capacité de 300/350 litres, une puissance de 24 HP, un poids de 3400 à 3800 Kg, peuvent être utilisées en galerie mais il faut que celles ci aient des sections appropriées (au moins 3m. x 3m.) et des wagons de capacité proportionnée (1,50 / 2 mètres cubes).

La puissance peut arriver jusqu'à 4 mètres cubes/h c'est pourquoi son usage ne peut être généralisé dans les petites mines où le volume total rendu disponible par une volée normale, ne dépasse guère 20 M.cubes.

Au jour, l'usage de la pelle est l'imité aux cas où le triage ne se rend pas nécessaire.

Treuil à air comprimé à 1 tambour

Ce sont des appareils utiles pour la traction horizontale ou le long de plans inclinés de faible pente. On fabrique en Italie plusieurs types pouvant répondre aux exigences plus diverses et d'une puissance variable de 2,50 à 15 HP. L'effort de traction varie de 200 à 1200 Kg,

et la vitesse de 0,5 à 15 mètres à la seconde.

Les fabricants sont en mesure de fournir tous les accessoires nécessaires: bennes, poulies, échaffaudages pour la commande des machines et le dégagement des wagons.

Les scrapers ne sont pas utilisés normalement aux avancement où la pelle peut paraître plus indiquée, mais ils seront très utiles dans le cas d'exploitation en faible pente, où le matériel ne roule pas naturellement vers le bas.

Ventilateurs et injecteurs à air comprimé

Pour la ventilation secondaire on utilise des ventilateurs centrifuges à air comprimé, montés sur conduites métalliques, rigides ou flexibles, en tissus ou en matière plastique, d'un diamètre de 300m/m. Ce genre de ventilateur est largement suffisant pour épurer de longs morceaux de galerie sans issue, offrant la possibilité de monter en série 2 ou plusieurs appareils.

Les éjecteurs normaux donnent de même de bons résultats tout en simplifiant le travail, puisqu'ils évitent la mise en place de conduites de 300 m/m, indispensables pour les ventilateurs centrifuges.

Matériel de roulage

Au jour, les vieux wagons type Decauville, à culbutage latéral, bas et larges, d'une capacité de 1 à 1,50 mètres cubes, sont toujours préférables.

Au lieu des locomoteurs Diesel, tout indiqués pour le fond et munis de roues à rails, il est préférable d'utiliser un tracteur monté sur pneumatiques pour en faciliter le déplacement même sur des routes en pente.

Pour le fond, le wagon à benne est moins indiqué étant donné la longueur du caisson. Pour ces travaux, le caisson, toujours culbutable latéralement doit être plus étroit et plus haut, ce qui demande un plus gros effort pour le culbutage qui peut être effectué à l'aide de simples pistons à air.

Les locomoteurs pour le fond doivent être de dimensions proportionnées à celles des galeries et construits de façon à pouvoir éliminer ou neutraliser l'éjection de gaz nuisibles.

Normalement, nous utilisons des types de construction nationale d'une puissance de 15 - 20 HP.

La vaste gamme produite sur le marché italien est en mesure de satisfaire n'importe quelle demande.

Outillage divers

Sur le marché italien, il est possible de trouver tous les appareils à air comprimé normalement utilisés dans les mines: estampeuses pour les cannes des fleurets,outillage pour faciliter ou régler la traction des wagons, appareillage de télécommandes, perceuse à air comprimé etc...

Outillage pour recherches

Les sondes pour forages importants trouvent difficilement leur emploi dans la conduite des travaux que nous avons pris en considération. Des trous d'exploitation de longueur limitée 20 - 30 mètres, sont très utiles. Ceux-ci sont éxécutés avec des marteaux du genre "lourd", montés sur servo-supports, munis de cannes de raccord.

Ce genre de marteaux ne diffèrent guère de ceux normalement utilisés aux avancements si ce n'est pour leur poids et la consommation d'air.

INSTALLATIONS DE CONCENTRATION DES MINERAIS DE FER ET DE MANGANESE

Dans les régions peu développées, nous pensons qu'il soit à exclure toute méthode qui, telle que le flottage, le triage magnétique, les spirales, les cyclones exigent un broyage soigné, un outillage compliqué, de fortes consommations d'énergie électrique, un personnel particulièrement spécialisé et habile et un prix de revient unitaire de traitement élevé.

D'autre part, les produits marchands menus, ont un prix sensiblement inférieure a celui du minerai, de même titre mais en pièces plus grosses.

La méthode plus avantageuse, pour nos minerais, s'est révélée, à la suite de longue expérience, celle par "liquides denses". Ses principaux avantages sont les suivants :

1) Coût des installations relativement bas.
2) Facilité de déplacement de l'ensemble de l'installation d'un lieur à un autre.
3) Possibilité de traitement, dans la même machine, de minerai de toutes dimensions (généralement de 3 à 80 m/m).
4) Prix de revient de l'Exercice relativement bas : en moyenne on ne dépasse pas les 150 Lires par tonne, broyage compris.
5) Les consommations sont modestes :
   Energie électrique : 2 Kw/h par tonne de minerai traité
   Consommation d'eau : environ 1 mètre cube par tonne de minerai traité
   En soignant la récupération, la consommation d'eau peut diminuer de beaucoup.

Une installation ayant un potentiel de traitement de 1000 tonnes par équipe, demande une force de 10 hommes. Le degré de préparation des ouvriers peut, cependant, être assez modeste. Il suffira toutefois de pouvoir disposer de 2 ouvriers ayant de bonnes connaissances dans le domaine de la mécanique et de l'électricité.

La même installation peut servir pour les types de minerais les plus différents, la seule condition indispensable étant qu'il existe une différence de poids spécifique entre les grains minéralisés et les grains de stérile.

C'est la raison pour laquelle il est nécessaire, au début de tout traitement, de rejeter les menus fragments inférieures à 3 m/m.

Le rendement "métal" dans des installations de ce genre, est fonction de la composition chimique et des différents poids spécifiques des grains.

Le système est d'ailleurs très élastique puisqu'il est possible de varier, en un temps très court, même automatiquement, la densité du milieu dense, et, par conséquent la teneur des concentrés et des stériles et leur poids relatif.

Notre société a déjà mis, régulièrement et depuis longtemps, quatre installations de ce genre en fonction :

2 pour traiter les minerais contenant de la sidérite
1 pour ématites et magnétites
1 pour minerai à base de silicate de manganèse.

Toutes ces installations fonctionnent parfaitement.

En Italie, on est en mesure de construire, sur licence étrangère, des installations complètes de ce genre.

1293 F - Nov. 1962 - 1,000

E/CONF.39/A/331
3 Nov.1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : A.4.3.1.

France

PRODUCTION D'ENERGIE ET POMPAGE SOUS BASSES CHUTES DANS LES CANAUX D'IRRIGATION

Par C.T. ADVANI,
Ingénieur,
Sogreah, Grenoble, France

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

PRODUCTION D'ENERGIE ET POMPAGE SOUS BASSES CHUTES DANS LES CANAUX D'IRRIGATION

par C.T. ADVANI, ingénieur
SOGREAH - GRENOBLE - FRANCE

I. INTRODUCTION

Parmi tous les barrages construits dans le monde, il en existe un bon nombre dont la retenue sert principalement à alimenter des réseaux d'irrigation. De tels aménagements peuvent être de deux types :

a) la retenue agit comme bassin d'accumulation et alimente à l'aval du barrage un système souvent composé de petits barrages situés le long du cours d'eau. Ce sont ces derniers qui, par gravité ou un autre moyen, permettent l'irrigation des terres,

b) la retenue alimente elle-même un seul grand réseau au moyen d'une prise d'eau située à l'amont du barrage.

La présente note traitera des possibilités d'équipement hydro-électrique dans les aménagements du second type seulement c'est-à-dire avec une prise d'eau à l'amont du barrage.

II. RAISON D'ETRE D'UNE PRODUCTION D'ENERGIE

Dans le passé, les ingénieurs qui concevaient des aménagements servant à des buts multiples, considéraient que l'intérêt de l'irrigation ne pouvait aller de pair avec celui de l'énergie.

En effet l'eau lâchée à l'aval du barrage pour la production de l'énergie était perdue pour le canal d'irrigation dont la prise d'eau se trouvait à l'amont. Ceci évidemment dans le cas où le réservoir étant plein, le débit d'arrivée était moindre que la demande d'irrigation.

Par conséquent, chaque fois que la demande d'irrigation s'avérait prépondérante dans un projet, la production d'énergie était laissée de côté et le projet devenait essentiellement un projet d'irrigation. Les besoins d'énergie de la région étaient alors assurés par d'autres sources, soit une ligne de transmission dans les pays développés, soit des stations de diesel et des usines thermiques dans les pays sous-développés, où les régions à irriguer ne pouvaient être reliées au réseau national par suite de leur isolement.

Selon la topographie des terres à irriguer et par conséquent selon l'élévation de la prise d'eau par rapport au niveau maximum de la retenue, il y a normalement une certaine chute entre le niveau amont et le niveau aval de la prise d'eau d'un canal d'irrigation. Dans les projets de type courant des vannes installées dans la prise d'eau contrôlent l'alimentation du canal. Si ce canal a une longueur importante, il y a, en divers points du canal des dispositifs de régulation, qui servent de départ à des canaux secondaires. Là encore, il existe une certaine chute et le débit est contrôlé par des vannes appropriées.

Or, les ingénieurs d'autrefois ne considéraient pas l'utilisation de ces chutes disponibles à l'entrée et le long du canal. La raison en était la suivante : en dépit des nombreux perfectionnement apportés dans la conception des turbines de basses chutes, il y avait une valeur minimum de la chute sous laquelle la production d'énergie n'était pas considérée comme rentable. Cette limite, d'environ 12 mètres, était déterminée, par le coût du kilowatt installé. Pour des groupes classiques à axe vertical prévus sous des chutes inférieures à 12 mètres, ce coût devenait prohibitif à cause des grandes dimensions des machines et, au point de vue du génie civil, de l'importance des excavations, du bétonnage, etc...

Durant plusieurs années, nous avons procédé à un grand nombre d'études et d'essais pour développer le domaine des basses chutes. Ces études furent entreprises initialement en vue de l'équipement des centrales marémotrices. Nous nous sommes aperçus, après quelques années de recherches assidues, que l'équipement élaboré pour les centrales marémotrices pouvait s'adapter très bien à celles des basses chutes dans le cas des usines au fil de l'eau et dans celui des canaux d'irrigation.

Afin de permettre une production d'énergie rentable pour les basses chutes, il était nécessaire d'adopter un système qui réduisait le coût de la machine et celui des travaux de génie civil. Dans ce but, nous avons adopté les principes de conception suivants :

- l'axe de l'alternateur est : soit horizontal, soit légèrement incliné,
- la turbine est du type Hélice dont les pales sont fixes ou mobiles,
- l'aspirateur est rectiligne au lieu d'être recourbé comme pour les groupes classiques,
- l'alternateur est d'une conception spéciale et de faible encombrement. Il est logé dans une sorte de bulbe, situé à l'amont ou à l'aval de la roue.

Le groupe "Bulbe" peut être adapté à divers fonctionnements. En dessinant convenablement la forme des pales et le mécanisme de commande, il est possible de faire fonctionner le groupe aussi bien en pompe qu'en turbine dans les deux sens.

L'avantage de ces groupes au point de vue génie civil vient de la réduction de l'espace entre chaque groupe et de l'excavation qui est beaucoup moins importante qu'avec des groupes classiques dont l'aspirateur est recourbé (voir figure 1).

Il serait bon de noter cependant que ces groupes "Bulbe" ont un faible moment d'inertie à cause de leurs dimensions réduites et qu'ils ne peuvent contribuer à la tenue de la fréquence. Ils peuvent être en général reliés à un réseau alimenté par des groupes plus stables ou fournir l'énergie d'une demande de puissance réactive, comme un ensemble de pompes de drainage.

III. CARACTERISTIQUES D'UNE INSTALLATION DE TURBINES-POMPES

Nous exécutons actuellement pour la République du Soudan, dans la région de Khashm el Girba, un projet de barrage sur la rivière Atbara, dont la retenue alimentera un canal d'irrigation.

Ce barrage d'une hauteur de 45 mètres, comporte une partie centrale en béton et une digue en terre de chaque côté. Entre le barrage et la digue en terre de gauche (figure 2), nous avons prévu un ouvrage de prise d'eau pour le canal d'irrigation. Cet ouvrage renferme trois turbines-pompes et deux vannes Secteur de compensation. Ces vannes sont prévues pour alimenter le canal d'irrigation lorsque les turbines-pompes ne sont pas utilisées. La figure 1 montre une vue en coupe de la prise d'eau et permet de voir la disposition des turbines-pompes.

Le barrage renferme également un ouvrage évacuateur de crues équipé de sept vannes secteur de fond et de cinq vannes de surface pour l'évacuation des corps flottants. La capacité totale d'évacuation de cet ouvrage est d'environ 10.000 m3/s. Le débit moyen annuel de la rivière Atbara est d'environ 12 Milliards de m3 et la capacité de la retenue a été estimée à 1,3 Milliard de m3.

Les droits des riverains à l'aval du barrage imposent un débit réservé minimum de 5m3/s, qu'il nous a semblé rentable de turbiner. De plus, durant les années de grandes crues et les opérations de dévasement, un débit important doit être lâché à l'aval. Nous avons donc prévu, comme le montre la figure 2, une centrale aval, équipée de deux turbines Kaplan, qui fournira l'énergie nécessaire au fonctionnement en pompes des groupes bulbes. Ces deux turbines admettent chacune un débit de 10 m3/s et ont une puissance respective de 4.800 CV. Lorsque le réservoir est plein (niveau 473) et pour un niveau aval normal (432), ces groupes tournent sous une chute de 41 mètres. Ils ont été conçus pour fonctionner sous la chute minimum de 20 mètres, correspondant à un niveau du réservoir de 452 et à un niveau aval de 432 mètres minimum imposé par un seuil naturel.

Pour répondre en permanence à la demande de puissance, nous avons prévu en outre trois groupes Diesel d'une puissance de 2.000 CV chacun.

Le canal d'irrigation a une capacité de 100 m3/s. Le radier du canal à la sortie des turbines-pompes est au niveau 463, et pour un débit de 100 m3/s, le niveau d'eau atteint la cote 467. Dans ces conditions et pour une retenue maximum (473), les turbines-pompes fournissent chacune 2.400 CV sous 6 mètres de chute. Cette chute est fonction non seulement du niveau amont dans le réservoir mais aussi du niveau aval dans le canal, qui varie suivant la demande du débit d'irrigation. Pour une chute inférieure à 2 mètres, les turbines-pompes ne peuvent plus fonctionner, et le débit nécessaire à l'irrigation est fourni par les vannes de compensation. Ces vannes sont contrôlées automatiquement par le niveau aval.

Lorsque la chute devient nulle entre le niveau du réservoir et celui du canal, les groupes Bulbe démarrent en pompe pour alimenter le canal d'irrigation. Ce fonctionnement est possible jusqu'à une hauteur de refoulement de 4,5 mètres. Nous avons calculé qu'à cet instant, les besoins normaux d'irrigation sont satisfaits.

La puissance nécessaire au démarrage des groupes Bulbe sera fournie par la station de Diesel ou par la centrale aval car tout le système générateur sera interconnecté dans un même réseau séparé.

L'alternateur de chaque groupe Bulbe est relié à sa turbine au moyen d'un multiplicateur de vitesse et un volant a été ajouté pour augmenter son moment d'inertie. Ces groupes sont d'ailleurs couplés électriquement avec ceux de la centrale aval dont le PD2 a été surdimensionné pour augmenter la stabilité du réseau.

Nous voyons donc qu'une interconnection appropriée des différents groupes générateurs nous permet d'équiper avantageusement la prise d'eau d'un canal d'irrigation. Une telle installation permet, en plus d'une production intéressante d'énergie, la récupération d'une partie de la tranche morte du réservoir, et, pour une année moyenne, une période continue d'irrigation des terres.

IV. EQUIPEMENT DES PETITES CHUTES LE LONG D'UN CANAL D'IRRIGATION

Les canaux d'irrigation importants sont souvent divisés en plusieurs tronçons en cascade, dont les chutes sont équipées de vannes et permettent l'alimentation par gravité des canaux secondaires d'irrigation.

En Inde et au Pakistan, où il y a un vaste réseau de canaux d'irrigation, plusieurs petites chutes comprises entre 2,5 et 6 mètres sont ainsi aménagées. Le débit des canaux varie entre 30 et 400 m3/s.

Nous avons étudié la possibilité d'équiper les quatres petites chutes d'un canal en vue de la production de l'énergie. Ces chutes étaient de l'ordre de 2,5 m et le débit du canal d'environ 60 m3/s.

Par exemple, pour une de ces chutes de 2,8 mètres, où le débit à équiper était de 54 m3/s, nous avons conçu la petite centrale représentée à la figure 3.

Aux approches du site particulier que nous avons étudié, le canal principal se divise en deux canaux secondaires dont l'un conduit à une écluse et l'autre à un déversoir. Notre projet consistait en l'implantation sur l'île ainsi formée, d'une dérivation entre l'amont et l'aval du déversoir, et l'installation sur cette dérivation d'une centrale. Nous avons proposé d'équiper la centrale de six groupes type siphon. Ces groupes, pourvus de génératrices asynchrones à induction, ont une puissance de 1.200 kW.

Une installation en siphon tire ses avantages d'une construction simple et robuste et ne nécessite pas de vanne de protection. La manoeuvre du siphon est de plus très simple. Le sommet du siphon dépasse le niveau amont normal, et la sortie de l'aspirateur est toujours noyée. Au démarrage, une seule pompe est nécessaire pour l'amorçage des six siphons. Un flotteur rend l'opération automatique. A l'arrêt des groupes, on coupe automatiquement le débit en désamorçant le siphon au moyen d'un robinet d'air. Nous pouvons aussi ajouter que le montage et le démontage de ces groupes "monobloc" sont simples et très rapides.

Le choix de ce site était justifié par la proximité d'une ligne de transmission de 33 kV, qui permettrait le branchement des génératrices à induction, et ainsi la régulation de la puissance et de la fréquence.

V. CONCLUSION

Par deux exemples, nous avons essayé de montrer les différents aspects et problèmes qui doivent être considérés dans des projets d'équipement de prise d'eau et de basses chutes d'un canal d'irrigation pour la production d'énergie.

Evidemment, ces installations nécessitent non seulement une étude préalable de tous les aspects de production, de régulation et d'interconnection électrique, mais encore une recherche économique de l'ensemble des aménagements.

En fait, dans les canaux d'irrigation où il faut de toutes façons dissiper l'énergie à l'aval des vannes de contrôle, nous proposons de récupérer cette énergie là où c'est techniquement et économiquement possible.

L'espace réduit qui nous a été alloué dans cette communication ne nous a pas permis de présenter l'aspect théorique des différentes possibilités, ni de donner les calculs des problèmes hydrauliques qui se posent dans les deux projets que nous avons étudiés.

DISPOSITION DE TURBINE POMPE
SUR LA PRISE D'EAU D'UN CANAL D'IRRIGATION

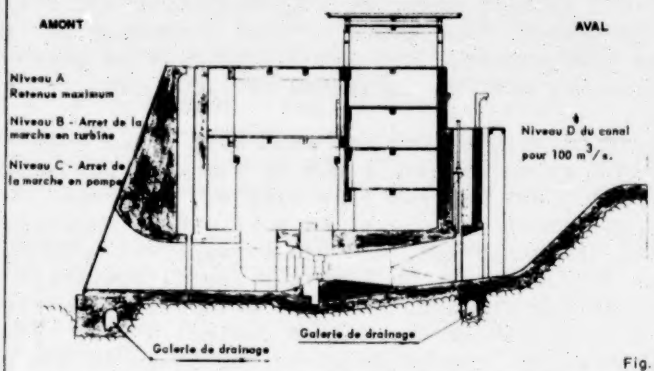

AMONT
AVAL
Niveau A
Retenue maximum
Niveau B - Arrêt de la marche en turbine
Niveau C - Arrêt de la marche en pompe
Niveau D du canal pour 100 m³/s.
Galerie de drainage
Galerie de drainage

Fig. 1

PROJET D'IRRIGATION UTILISANT DES TURBINE - POMPES
A L'ENTREE DU CANAL

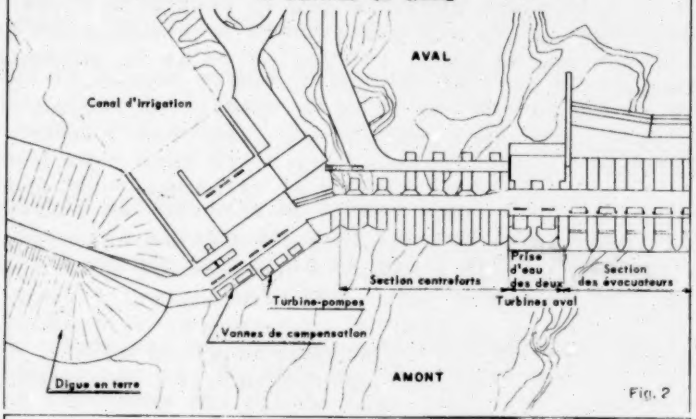


Fig. 2

DISPOSITION GENERALE D'UN GROUPE DE TYPE SIPHON

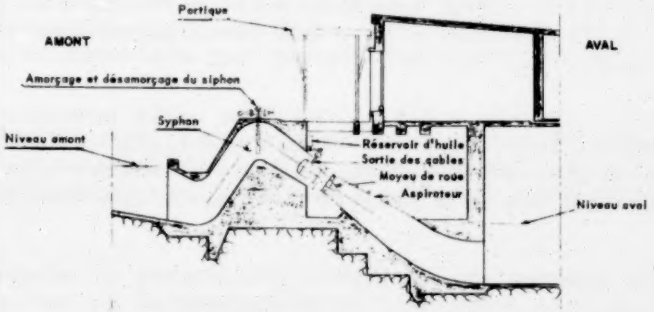


Fig. 3

1486 F - Nov.1962 - 1,000

E/CONF.39/A/332
3 Nov.1962
ORIGINAL : ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

Agenda Item: A.1

United States of America

MAPS AS A BASIC REQUISITE FOR ECONOMIC DEVELOPMENT

By H. Arnold KARO, Rear Admiral,
Director, U.S. Coast and Geodetic Survey,
Department of Commerce,
Washington, D.C.

Papers have been contributed to the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas as working papers for that Conference. They are published as presented by the contributors, and the contents and the views expressed are those of the contributors. (See notes overleaf.)

NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

MAPS AS A BASIC REQUISITE FOR ECONOMIC DEVELOPMENT

by
H. Arnold Karo, Rear Admiral
Director, U. S. Coast and Geodetic Survey
Department of Commerce
Washington, D. C.

1. The universal yearning of man for a better life is marked by insistent demands for more food, adequate housing, an end to illiteracy, improved communications, and the development of all resources both human and natural. "The human race has spent all its yesterday's in a state of chronic and crippling shortages. From harvest to harvest, from hand to mouth--so lived the human family until the 20th century. And so live still perhaps half of the world's peoples." 1/ This is true, not only in so-called less developed nations, but also in those which are highly industrialized.

2. Modern applications of science and technology insure human progress, and serve the needs of the rapidly increasing population in all parts of the world. To meet all challenges, the role played by surveys and maps in benefiting the peoples of every land must be thoroughly understood.

3. Only about one-quarter of the earth's land surface is now adequately mapped. International efforts to solve this problem have been made on various levels through a variety of conferences, seminars, and special agreements between nations without achieving success in meeting the requirements imposed by a rapidly changing world.

4. The United Nations Cartographic Office offers substantial leadership in international cartography. Coordination of cartographic services has been on the agenda of various sessions of the U. S. Economic and Social Council. The United Nations reported in 1949 that it could not "...proceed intelligently in the solution of world problems when adequate information is lacking for three-quarters of the world's land area." 2/ That statement is still true today because mapping the world in detail proceeds so slowly.

5. Dramatic breakthroughs in various scientific fields must not obscure the most basic item essential to economic development and growth--the plain old map. Through maps the earth's surface and subsurface are measured, portrayed, and described, from the smallest local plot to entire nations, and ultimately the globe itself. Both the development of natural resources and industrial expansion are dependent upon detailed maps of proper scale.

1/ Adlai E. Stevenson, The Sunday Star, July 8, 1962. (c) 1962, The North American Newspaper Alliance, Inc.

2/ United Nations, Department of Social Affairs, Modern Cartography, p. 17, (1949).

6. Maps are the medium by which a wide range of vital information on the geography of the earth is conveyed. Basic terrain portrayals do not change materially although mapping is a progressive and constantly evolving science. Information portrayed on maps must be compact to be swiftly comprehended, with symbolization familiar and intelligible.

7. Mapping developed slowly from humble beginnings. In World War I, it achieved renewed significance as some of the principal modern mapping problems became apparent. Since then progress has not stopped.

8. Industrial expansion provided the impetus for mapping in many regions. In this era of less developed nations, the inventory and exploitation of natural resources, the development of national economies, widespread urbanization of extensive areas, more effective utilization of land and agriculatural resources, and many other aspects of man's aspirations toward a better life, are initially predicated on accurate knowledge of the land upon which he lives. Today, mankind's existence depends upon a host of maps and charts vital in planning global economy and security.

9. Because it serves the common good, mapping is recognized as a public service and a function of government. Mapping requires coordination between all levels of government within their respective boundaries. Each nation has a specific duty to undertake and direct the basic mapping of the national domain. Only by progressive programs can a modern, graphic, presentation be provided without which planning degenerates into confusion.

MODERN AGE IN MAPPING

10. Modern maps are used to record and convey information undreamed of by early, orthodox cartographers. It is doubtful, however, if more than a small percentage of the peoples of the world understand or appreciate the value of accurate and detailed maps.

11. Ignorance is the greatest enemy of progress, and maps perhaps are the least understood documents of modern civilization, though widely used. "All ignorance matters, especially ignorance that prevents the earth from realizing its full potential--economic, social, political and aesthetic; and until all nations know exactly what resources of land, water, and air are available to them and on what terms--not to mention knowing how and where their people live and why they die--they are doomed to weakness, inefficiency and needless suffering." 3/

12. During the past decade map and chart production has expanded to undreamed of proportions. The many responsibilities imposed upon national mapping services produced constant improvement in techniques and equipment. Great changes have taken place in all branches of surveying and mapping--from the execution of basic surveys to the final reproduction of sheets on giant multi-colored presses. Stereoplotting and techniques for transferring photogrammetric data into a form suitable for reproduction continue to be improved and made more accurate. Little field surveying is needed for detailed topographic mapping which now is accomplished by aerial photography. Advanced methods of analytical aerotriangulation developed by the U. S. Coast and Geodetic Survey, and similar methods in use by other mapping agencies, require only a minimum of ground control.

3/ The Gap in Maps, Dr. Geo. H. T. Kimble, The Reporter, May 1962.

13. Practical uses of cartographic services on the international stage are of major importance in economic and industrial growth, second only to the development of natural resources.

14. The United Nations Charter in Article 55 states: "With a view to the creation of conditions of stability and well-being which are necessary for peaceful relations among nations based on respect for the principle of equal rights, and self-determination of people, the United Nations shall promote: (a) Higher standards of living, full employment, and conditions of economic and social progress and development:..." 4/ In fulfilling these lofty objectives the United Nations recognized that the science of cartography would play an important role in achieving such aims, and accepted it as an integral part of its operations.

15. The effectiveness of any economic development program is dependent upon the amount and character of basic map information available in both initial and subsequent planning stages. Adequate mapping, in the initial stages of industrial development, saves costly mistakes and assures progress.

16. Maps are the graphic media by which policy can be best prescribed for the development of a country. This is especially true in regional development where nations within a geographic area must collaborate for the maximum benefit of all. Economic, industrial, and natural resources development depend more and more on cartographic services to promote efficiency and economy.

17. In planning economic development, the first mapping required is of a general category to indicate physical geography, including the delineation of such natural features as rivers, coastlines, and relief. Also, a general map will show such cultural features as highways, roads, railroads, bridges, cities, towns, and other details to present an accurate view of the area. Base maps of this category should be on the general scale of 1:100,000 to 1:250,000. Smaller scale maps such as the International Map of the World, scale 1:1,000,000, are often used. This latter map was designated as the base map for integrated development at the First United Nations Regional Cartographic Conference for Asia and the Far East, held at Mussoorie, India, in 1955.

18. All detailed work, after the general planning and orientation stage, depends on the large-scale topographic map, ranging from 1:5,000 to 1:20,000 or even 1:62,500. These maps are used in the location and development of natural resources; in planning and execution of flood control; in irrigation and transportation projects; in selection of industrial locations; and in locating water and sewer systems; new arteries of transportation, or, airports. Very detailed mapping is required for most construction projects with scales as large as 1:500.

19. Many nations have recognized the necessity for detailed mapping programs. Illustrative of this are the cooperative mapping programs, by the United States and other nations, exemplified in a paper to be presented by personnel of the Imperial Ethiopian Government. In Ethiopia the U. S. Coast and Geodetic Survey of the Department of Commerce assisted in a definitive mapping and training program. An extensive network of first-order triangulation and levels was surveyed and permanently marked. This control was for use of the Blue Nile Water Resources Study, and for future surveying and mapping programs. Equally important was the

4/ Article 55, Charter of the United Nations.

trained group of nationals capable of extending this work and other programs which resulted from the initial operation.

MAPPING AND NATURAL RESOURCES

20. The types of resources available to mankind are practically innumerable. To be used effectively they must be inventoried--by mapping--before they can be fully developed and used. Natural resources include minerals; agricultural and forest resources; soils and vegetative cover; water resources; power potential; transportation facilities; and, perhaps, most importantly the human resources of the country.

21. For lack of adequate maps, the identification and exploitation of natural resources for economic development have been retarded by many costly mistakes. An effective resources development program, based on adequate maps, will emphasize and promote sound conservation and use of forest, grazing, and farm lands; water power; and mineral resources. The development and use of lands, minerals, and waters must be coordinated for maximum, sustained economic use.

22. The interrelationship between potentially available resources is best shown and understood on maps. Waterpower, irrigation, and water-transportation are directly related to stream-flow. Other important factors are: the availability of surface, or, groundwater for leaching excessive salts from potentially fertile lands; access to ores, fuel, and power for industrial development and use; and the relationship of potential markets to transportation.

23. The goal of resources development should be to reap maximum benefits on a sustained yield basis from the gifts of nature. This can only be realized by determining the best combinations to meet the long-range regional and national needs for their development and use. Full use of natural resources requires multi-purpose planning and development. In the United States, especially noteworthy are the development of great watershed complexes such as the Tennessee Valley Authority, the Missouri River Basin, Grand Coulee on the Columbia River, and Boulder Dam across the Colorado River. Each stores vast quantities of water and generates billions of kilowatt hours of electricity.

24. Land formations, whether elevated or below sea level, are the key to geologic history of an area. Use of data which gives these facts results in efficient geophysical prospecting. Petroleum reserves are important to the economy of those nations fortunate enough to have such deposits. General purpose maps supplemented by geophysical investigations are standard in land prospecting for oil; for offshore operations, investigations are dependent upon hydrographic surveys, seismic surveys, and other data, all of which must be plotted on maps for proper correlation.

25. Native stands of timber represent the natural wealth of any country. The initial classification of forest resources can be accomplished through proper use of aerial photographic coverage and photo interpretation. With a minimum of field investigation and classification work, key maps can be prepared which will enable accurate photo identification and classification of usable stands of timber. Forests may be divided into such categories as tropical rain, bamboo, palm, broadleaf evergreen, deciduous broad-leaf, coniferous, shrub, and dwarf. In addition to serving as a base for classification, such maps are required to plan and execute a variety of logging operations.

LAND UTILIZATION AND CLASSIFICATION

26. There is a great need for maps to show major categories of land use including: arable land, tree and shrub coverage, vine-planted land; meadows and permanent grassland; market and nursery gardens; woods and forests; non-cultivated agricultural land, and non-agricultural land. Soil surveys, erosion control, land reclamation and soil conservation all require the use of proper maps.

27. A classic example of a long-range soil mapping program is the comprehensive land utilization map of Great Britain which was completed before World War II. This large-scale map series shows in minute detail all the land types of England and Scotland. Great Britain would have suffered immeasurable hardship from lack of food during the war if the soil map had not been available. This map enabled the nation to expand agricultural acreage immediately by 60 percent in the first months of the war, thereby doubling the production of essential foods in the British Isles.

28. On the North American continent exactly the opposite has occurred for lack of maps. The Canadian prairies of southern Alberta and Saskatchewan were settled and the land put to the plow without benefit of maps of any kind. If topographic, water table, precipitation, and climatic maps had been available and used by the early settlers, the fate of vast regions some years later would not have been so disastrous. Poor farming methods got underway in many places. Eventually nature asserts herself. In the drought years of the 1920's, one farm in every three had to be abandoned. The waste, toil, effort, and human suffering which resulted might have been avoided. The "Dust Bowl" in the United States of the 1930's taught an equally harsh lesson.

29. The Food and Agriculture Organization of the United Nations seeks to learn the potential value of land where the production and distribution of food is a problem. In June 1961, a special FAO center known as the World Soil Resources Office was formed. Its objective is the preparation of a soil map of the world at a scale of 1:5,000,000. This project will be conducted jointly by FAO and UNESCO; with FAO responsible for the actual preparation and production of the map, and UNESCO for most of the funds. Soil maps of some areas have already been completed, and exist in one form or other for parts of other areas. Any differences in classification will be considered insofar as possible in compiling a standard soil map. Source material is being collected for soil maps of South America, and a committee has been appointed to supervise the first compilation. This work will be accomplished at the World Soil Resources Office in Rome.

30. Land subdivision should be based on accurate surveys and maps. "Cadastral surveys, in general, create, reestablish, mark, and define boundaries of tracts of land. Such surveys, unlike scientific surveys of an informative character which may be amended with changing conditions or because they are not executed according to the standards now required for accuracy, cannot be ignored, repudiated, altered or corrected, and the boundaries created or reestablished cannot be changed so long as they control rights vested in the lands affected. The official record of a cadastral survey ordinarily consists of a drawing or map and a description of the field work. The drawing represents the lines surveyed, showing the direction and length of each such line; the boundaries, descriptions, and area of the parcel of land; and, as far as practicable, a delineation of the topography of the region, including a representation of the culture and improvements within the limits of the survey." 5/

5/ Pan American Institute of Geography and History's definition of cadastral surveys.

TRANSPORTATION

31. Adequate transportation is essential to any goal of economic growth. The mover is as vital to any economy as the maker or the user. The highway net of a country is a compact image of the very fabric which welds the country into a cohesive entity. Wider use of such new mapping techniques as aerial photography, photogrammetry, electronic computers, and line plotters are solving many tedious routine problems. These new tools and techniques expedite and refine area mapping important in establishing and developing a sound transportation system.

OCEANOGRAPHY AND CHARTING

32. Oceanography offers an especially challenging opportunity for improving the economy of the world. Each nation with a coastline has undisputed title to a vast limitless treasure of power, mineral, and food resources. Recognition of the potential wealth of the oceans has come late in our economic culture. It is foolish to design detailed techniques for harvesting any resource without first identifying and determining its distribution. Maps are the first step in reaping this boundless harvest. In the transition from an agrarian to an industrial economy, the oceans have been largely overlooked because the majority of the earth's inhabitants neither understand nor appreciate their vast potential benefits. All oceanic areas may be said to be "less developed" with respect to their optimal utilization.

33. Specific objectives to be considered are the development of food resources; the development of physical resources such as mineral and power; and the conservation and protection of the shoreline and coastal installations. In exploiting food resources, knowledge must be developed on the distribution of nutrients, primary productivity, and ultimate harvest; for physical resources, a knowledge of the physical properties of coastal waters is essential. But basic to all endeavors involving the sea is a knowledge of its hazards. Studies, and detailed mapping and charting are essential for protection against tsunamis, floods, and storm damage to the shoreline and to coastal structures; even the open ocean must be guarded against the effects of industrial and human pollution.

34. Those few nations which have been forced to turn to the sea have been amply repaid. The success of the Japanese in extracting proteins and fats from the sea is well known. Growth of knowledge about the true nature of the oceans will result in increased confidence in ability to utilize marine resources to their fullest measure. Toward this end comprehensive mapping both in submarine topography and of the various geophysical parameters of the oceans must be undertaken. A more complete understanding of the 71 percent of our globe which comprise the oceans will add immeasurably to our ability to meet the economic problems of the future. Many of our less developed nations will have increasing opportunities to use this new knowledge in recovering an ever-increasing amount of food and other resources from the sea.

MODERN TECHNOLOGY IN MAPPING

35. The magic word in modern surveying and mapping is electronics. New techniques now in use are particularly applicable in the field of geodesy where the first requisite in mapping an area is to fix the locality precisely in its relation to the surface of the earth.

36. Through leadership provided by the International Association of Geodesy, and collaborators in various countries, important strides are being made in coordinating the triangulation systems of continental areas. Artificial earth satellites will afford new methods of refining the dimensions of the earth, and provide a world-wide geodetic network. Satellite triangulation will be particularly effective in tying together continental datums. The U. S. Coast and Geodetic Survey has perfected a system of satellite geodesy in which either active or passive satellites can be used

effectively Successful observations from about 120 stations strategically placed in the existing geodetic nets of the world, and in areas where none presently exist, would give a strong world-wide geodetic datum.

37. Refinements in the science of measurement are playing an important role in modern surveying and mapping. Newly developed instruments utilizing electromagnetic and light waves are used for distance measurements requiring a high degree of accuracy. These instruments are now being used to extend an ultra-precise traverse across the United States which will tie together the continental triangulation, and also furnish a base-line of extreme accuracy for use in satellite geodesy.

38. Aerial photography is now the most widely used method of compiling map detail and contours in topographic mapping. Analytical aerial triangulation is used more and more to furnish additional control. With precision wide-angle lens cameras, photogrammetric mapping is an unexcelled method of compiling the map detail needed for economic development and growth.

39. In addition to the use of modern techniques in map production, international standards of accuracy, symbolization, scale, and treatment of detail must be achieved. Acceleration in research and development will provide new instruments and techniques for increased accuracy, production and economy.

40. Proper attention to the detailed specifications for field work and compilation can insure that the original basic mapping will provide for the production of maps of varying scales and composition to meet most foreseeable needs without the necessity of additional field work, or at most, a minimal amount of work. Present instrumentation and methods permit highly accurate original work with little or no additional expense except in the types of equipment used, which is minor compared to operational costs. Precise geodetic control surveys can be accomplished, and accurate aerial photography obtained by using the instruments now available. From this basic survey data, maps of varying scale, detail, and accuracy can be compiled to meet the needs of a developing economy. These may vary from the simple photo, topographic, geologic, soil, or transportation map to the very large-scale construction type. Proper attention to original specifications will expedite the economic development of an area, and at the same time result in a more economical and efficient product. The value of a properly controlled base map cannot be overestimated.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

41. Good maps based on precise geodetic control surveys are essential to the economic development of any area, region, or state. It is impossible to efficiently plan the development of any area without an inventory of the natural and human resources, showing locations, limitations, and other environmental influences affecting their development; also, what transportation and communication facilities exist and what can be economically provided. Whatever type of planning is undertaken, there must be maps upon which to do the basic work. Adequate mapping in the initial stages saves costly mistakes and expedites progress in any economic development program. Without good maps, planning degenerates into confusion and frustration.

42. It is recommended and urged that:

(a) Adequate surveys and maps be placed high on the priority list of any economic development program.

(b) That specifications for surveys and maps consider current instrument development and prescribe that precision surveys and aerial mapping be made with cameras and lens capable of providing quality photographs from which accurate, detailed maps of various scales and content can be prepared.

(c) That airborne magnetometer, scintilometer, and other geophysical instruments be used in conjunction with the aerial mapping to obtain at the same time a geophysical profile of the area under development.

1573 E - Nov.1962 - 1,600

E/CONF.39/A/333
3 Nov.1962
ORIGINAL : ENGLISH

UNITED NATIONS CONFERENCE
ON THE APPLICATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
FOR THE BENEFIT OF THE LESS DEVELOPED AREAS

Agenda Item: A.4.3.1

Yugoslavia

SMALL ELECTRICAL GENERATING PLANTS
(UP TO 100 kW)

By Ing. Marjan LESKOVAR,
Technical Counsellor
of the INGRA Trade Association,
Zagreb,
Assistant at the Institute
for Electric Power Industry, Zagreb.

Ing. Stanislav SRB,
Technical Counsellor of the INGRA
Trade Association, Zagreb

Papers have been contributed to the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the Benefit of the Less Developed Areas as working papers for that Conference. They are published as presented by the contributors, and the contents and the views expressed are thos of the contributors. (See notes overleaf.)

NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

SMALL ELECTRICAL GENERATING PLANTS
(up to 100 kW)

By Ing. Marjan LESKOVAR

Technical counsellor of the INGRA trade Association, Zagreb, Assistent at the Institute for Electric Power Industry, Zagreb, and

Ing. Stanislav SRB

Technical counsellor of the INGRA Trade Association, Zagreb

I N T R O D U C T I O N

1. General remarks concerning electrification

Today electric power has become vitally important to all mankind, so that there is practically no corner of the world where electric power is not utilized to a greater or lesser extent or else efforts are not made to secure at least a supply for covering the most urgent requirements. That is the reason why so much attention is being given to the development of sources of electric power. Where it is possible to build large electric power plants an effort is made to put them into operation at the earliest possible date. This, however, cannot be achieved over a short period of time, so that the small power generating units will remain for some time the sources of electric power in many regions of the world. For this reason it is necessary to strive for the best conditions for the erection and maintenance of such small units. The rapid development of technology in this sphere has led the builders of electric plant equipment to build a very large variety of widely differing types of equipment which is one of the reasons for the relatively high prices of this equipment and for the difficulties in maintenance.

It is necessary to strive for the maximum standardization of this equipment and the proposals in this report are made with this in mind.

The countries beginning to develop electrification today will apply modern technical solutions and modern production methods, notwithstanding the fact that the structures of their economies are similar to those prevailing in the industrial countries eighty or more years ago. It follows logically that:

- under similar conditions of available natural resources, labour power and consumers, electrification will develop at a more rapid tempo than was the case in the industrially advanced countries at the beginning of their electrification;

- during the process of electrification in countries which are now beginning their industrial development, it will be possible to skip some phases of development.

These considerations will guide us when working out our proposals.

2. General reflections, limited range of application of the foreseen standardization

About fifty years ago small electric power generating plants for individual factories were still being built even in the relatively densely populated areas. Today as a result of progress made in the technique of power transmission and distribution, and of the increased scope of application of electric power, the construction of small hydroelectric power plants of up to 100 kW is out of the question in underdeveloped regions except in very sparsely populated areas and for isolated and remote small communities, which are to be found in the mountain valleys. For this reason we omit from our considerations low-head penstock generating sets with asynchronous generators which can operate only on stable frequency grids. Our attention will be limited to small independent hydroelectric power plants, with a low purchasing price and simple maintenance. Less importance will be given to the profitability of the exploitation of the available flow of water-power and to the quality of electric power service.

3. Choice of series of standardized capacity and voltage units

(a) Capacity

Standardization of power according to the standard numbers of series R5 is proposed i. e.: 10 kW, 16, 25, 40, 63 and 100 kW, for altitudes up to 1000 metres above sea level. The generators provided should be able to operate with cos fi = 0.8.

(b) Kind of current and voltage

A three-phase 50 cycle 400 V/231 V current is proposed.

4. Choice of generator

Self-exciting synchronous generators with selenium rectifiers are proposed as being the most convenient. Such generators have no exciter and consequently also no collector, and as they also do not need any voltage regulator, they are low in price, safe to operate and easy to maintain. Since they keep the voltage irrespective of the load and since their voltage grows with a climbing turn, they add to the stability of the generating set. The standardization of two speeds is proposed: 1500 and 1000 revolutions per minute which permits the utilization of these generators also for other kinds of plant.

5. Choice of water turbine

(a) Types of turbines

The ~~height of~~ head which can be attained at a given locality within the limits of economical operation and the available water flow determines the type of turbine which is the Francis turbine or the Pelton wheel or one of their combinations. Kaplan turbines cannot be taken into consideration because of their complicated design, ~~while~~ the propeller turbines ~~because of~~ the danger of cavitation during ~~the~~ operation under small loads. Because of the advantages of the Kaplan turbines when operating under heads up to 4 m, one should, however, nevertheless try to use them.

(i) To attain the low price of operations and simplicity of maintenance, preference should be given to turbines which keep the speed of rotation within narrow limits without a special governor. As such turbines usually operate with variations of speed up to ± 10 percent, the should be taken into consideration only in cases when the demand for constant frequency is not great.

Field of application: for generating sets up to 16 kW, under heads up to 6 m. They are mounted openly in the sectional chamber.

(ii) In view of the simplicity of installation, and for units operating under heads up to approximately 15 metres, turbines of the Francis type for open installation in the water chamber, without scroll case, can be taken into consideration. Field of application: for generating sets up to 100 kW.

(iii) For heads higher than approximately 15 m it will be necessary to use, in accordance with the ratio of head and flow, Francis turbines with a scroll case or Pelton wheels. For reasons of economy, only standard seamless steel penstocks with a diameter of up to 318 mm with couplings or welded joints can be used for the pressure penstocks of these small generating capacities. Heads of up to 120 m can be equipped with such pipes.

It is proposed to carry out the standardization of generating sets of the capacities P from chapter 3 (a) for the range of the heads H with the above type of pressure penstocks.

10 kW $\leq$ P $\leq$ 40 kW	13 m $\leq$ H $\leq$ 120 m
P = 63 kW	25 m $\leq$ H $\leq$ 120 m
P = 100 kW	42 m $\leq$ H $\leq$ 120 m

(b) Transmission of power

The transmission of power from the turbine to the generator will have to be effected by V-belt or by an elastic coupling.

6. Regulation and automatic devices

Standardization of equipment is proposed which would make it possible for the hydroelectric power station to operate automatically after starting, and in case of danger to the equipment to give warning signal and also to stop the plant automatically if the cause of danger is not removed in time. Such automatic devices demand only service attendance with periodical servicing and inspection.

7. Complete plants

For every type of standardized equipment several types of plants for various local terrains should be developed with simplicity of installation in view.

8. Economy of operation

It will be economically justifiable to continue the operation of such small hydroelectric power stations even after the construction of the national grid if the equipment of the small hydroelectric plant is changed to automatic operation with an asynchronous generator.

9. Final recommendations

It is recommended to finance the designing of the proposed series of standardized generating sets, equipment and plants through international technical aid.

10. General remarks - similarity of application in ships. Because of their simplicity and operational advantages among all kinds of internal combustion engines, the Diesel engines have proved to be the most efficient and suitable for generating sets so that we will deal here only with them.

The Diesel-electric generating units up to 100 kW are mostly used for two purposes:

(a) as the main source of electric power in regions where the current is not yet supplied by long-distance transmission lines;

(b) as stand-by units in cases of power failure from the grid for priority consumers for which there must be no lack of supply (hospitals, theatres etc.).

These possibilities for use affected the principles underlying the construction of the Diesel-electric generating sets. While case (a) demands a sturdy and economical construction, case (b) demands small-sized and light generating sets with a minimum of vibrations, i.e. with a higher number of revolutions.

Recent achievements have made it possible for the same engines and generators to be used for both purposes, the number of revolutions amounting in the first case to 1000 per minute and in the second case to 1500 per minute. Diesel-generating units play an important role also in ship electric power supply. The problems being identical, an attempt should be made to find common starting points for solving the problem of standardization.

11. Choice of series of standardized capacities and voltages

(a) Capacity

Owing to the great number of types of Diesel engines it should be possible to standardize a close rating of power capacities. The following standardization is proposed:

3.5, 7, 12.5, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 60, 80, 100 kVA

Most of the world-known producers of Diesel engines have these series on their production programmes.

The power capacity depends on the operating and climatic conditions at the location.

(b) Kind of current and generator voltage

A three-phase, 50 cycle, 400 V/231 V, cos fi 0.8 current is proposed.

(c) Number of revolutions

1000 and 1500 revolutions per minute is proposed.

12. Choice of generator

As in the case of hydroelectric power generators, here also the use of a self-exciting synchronous compound generator is recommended. The construction can be standardized, but it can be modified or specially designed where special conditions are to be considered. Depending on the site of operation, a standard, special or tropical design can be adopted.

13. Choice of Diesel engine

The Diesel engine must have the qualities which are required for electric power generators, taking into account its non-uniformity and other special characteristics.

Because of their great specific weight, their volume and the higher cost of the building which they entail, slow-running Diesel engines are no longer in use in this field of power. Continuity of operation has been achieved with engines of average speeds, i.e. with 1000 and 1500 revolutions per minute. Diesel engines can be mounted on understructures or used as probable generating sets which is a great advantage in the case of gradual electrification, as it allows change in the site of operation.

As a consequence of the great number of Diesel engine manufacturers, each of whom did his best to design an engine which could be used also for other purposes (e. g. driving pumps, compressors, ships, railway engines, lorries, and tractors), the Diesel engines produced show considerable differences. This causes great difficulties in maintenance and in the training of operators. It would be a gread advantage if the producers of Diesel engines would standardize at least the main parts of the engine, for example the piston, the piston rings etc. and in this way make maintenance easier and reduce the quantity of spare parts to be kept in stock. Engine cooling is by evaporation of water or air.

The transmission of power from the Diesel engine to the electric power generator is by elastic coupling.

14. Regulating and automatic devices

Diesel generating sets for base-load requirements must be provided with synchronizing devices so as to be suitable for parallel operation with other types of power generating sets. Generating sets serving as stand-by units should operate without attendance and receive the impulses for starting the engine, exciting the generator, stopping and switching over again to supply the circuit, from the grid, automatically. Voltage, current of frequency control impulses may be used.

15. Complete plants

Projects for standardized electric power plants should be made for all chosen sizes and operating conditions. In this connection efforts should be made to standardize the additional equipment as much as possible.

16. The question of planned moving of the generating sets to new sites after they cease to be necessary.

Urgent need for electric power may require the setting up of Diesel-electric power generating plants on sites where a big hydroelectric or steam power station is already under construction. If later on it is not economically justifiable to keep the independent Diesel-electric power plant as a stand-by unit, it should be moved to a new site. Such removals of Diesel generating sets should be carried out according to schedule so as to ensure the soundest amortization of the invested capital.

SOME YUGOSLAV EXPERIENCES

17. Designs in production

(a) Hydroelectric power plants

Yugoslav enterprises manufacture standardized types of self-exciting generators as defined in point 4, self-regulating turbines as defined in point 5 (a) (i) and Francis turbines as defined in point 5 (a) (ii).

(b) Diesel-electric generating sets

The Yugoslav manufacturers of Diesel engines

mos" of Sarajevo and the manufacturers of electric power generators ~~such as~~ "Rade Končar" of Zagreb have for some time been trying to standardize the Diesel-electric generating sets and they have agreed to manufacture as standardized generating sets the following sizes:

at 1500 revolutions per minute
7, 12.5, 16, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100 kVA

at 1000 revolutions per minute
4.5, 12.5, 22, 25, 32, 40, 63, 75 kVA

Voltage of the generators 400/231 V, frequency 50 cycles, cos fi 0.8. Standard series construction.

18. Complete plants installed

(a) The Yugoslav industry has so far equipped 15 hydroelectric generating plants of up to 100 kW in Yugoslavia and abroad.

(b) The above mentioned types of Diesel-electric generating sets have been sold at home abroad.

BIBLIOGRAPHY

1. R.Končar Works,Catalogue 171, Small self-excited alternators,Zagreb
2. Litostroj Works, Catalogue "Open flume Francis turbines of Standard manufacture", Ljubljana
3. Invest-Import: Prospectus "Z-turbines", Beograd
4. Iron Steel Works; Export Programme of Tubes and Pipes,
5. Production programmes of Yugoslav and foreign manufactures of Diesel generating sets, Sisak.

1445 E - Nov.1962 - 1,600

NOTES

1. Papers selected for inclusion in General Sessions will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

2. Papers selected for inclusion in Specialized Sessions will be available at the Conference in only one of the above official languages.

3. Summaries of all papers, as submitted by contributors, will be available at the Conference in the following official languages of the United Nations: English, French, Russian and Spanish.

4. Papers and summaries will not be available for general distribution in advance of the Conference. They will be published in advance in limited quantities only for the use of delegations of participating governments and of other authorized participants. Post-Conference publication and general distribution of the Conference Proceedings will follow United Nations practices as laid down by the United Nations Publications Board.

RECONNAISSANCE MAPPING FOR DEVELOPING COUNTRIES

by Professor E. Marchesini - Lib.Doc.Geol. University of Florence, Italy
Dr.P. Dainelli - Photogeologist - Geomap - " "
Dr.A. Pistolesi - " " " "

Two sets of reconnaissance mapping techniques from airphotographs, related with the evaluation of natural resources of large areas insufficiently known, are described and discussed:

a) Topomorphic Maps:

The preparation of a suitable base map, on which to compile available information, plan new investigations, and coordinate final results, represents usually the first problem to be faced in exploration of natural resources in large, unmapped areas. Accepting the fact, that topographic contour maps meet the requirements for exploration and development the best, the use of such maps is, however, limited, by the slow production rate and high cost. On the other hand, the direct use of controlled, or semi-controlled photomosaics and photoplans, as field maps and as final base maps, has proved unsatisfactory mainly because of difficult interpretation (poor readability), impossibility to reduce disturbing parallax effects, costly reproduction. A frequently used, but hardly satisfactory, compromise is the combination of photomosaics and sketchy "Planimetric" maps, used separately for the various purposes of one project.

Turning our mind to the design of a type of map fitting to the case, we may consider the following principal facets:

1) Readability and facility of use as office and field maps - The base map is a many-purposes tool to be used by various technicians, of various attitudes and training, at various stages of the survey (geologists, geophysicists, engineers, soil specialists, helicopter pilots, drivers etc.) It must also help the readers of final reports to grasp the significant relationships between the land features and the geologic, ecologic and other features.

The past experience and modern studies converge in pointing to symbolized linedrawn maps rather than to the direct use of the airphotographs, mainly on account of readability and dimensional properties (correction of parallax).

These requirements, together with facility of reproduction, are met by conventional topo-maps and by planimetric maps. They are not met by photomosaics and photoplans.

2) All-over versatility and fitness to specific purpose - The two requirements mentioned are only apparently in contrast to each other. In effect, most modern topographic maps are good examples of an optimum balance, taking into account the fitness to the most frequent objectives, (engineering, transportation, military, agriculture, economic development). This result can only be achieved with symbolized representations allowing various degrees of emphasis on selected natural features. The planimetric maps of usual form meet very poorly the first of these requirements due to their very low content in morphologic information.

3) Speed of production - The production rate of the base maps, has a great influence on programming and carrying out complex field operation. In the majority of cases it is highly desirable to make availablethe field-maps to the planners and to the operators of surface surveys at the earliest stages. This requirement is usually met by photomosaics, by planimetric maps and not by restituted topo-maps.

4) Cost - Cost represents a very critical factor for many projects. The procedures for minimizing this factor lead often to very poor base maps of minimum versatility.

If it is true that the relative costs of reasonably controlled mosaics and sketchy planimetric maps versus complete contour maps is in the range of 1 to 30 or 1 to 50 for scales in the range 1:50.000 to 1:200.000, it is also evident that within such a large gap must lie some intermediate solution fitting to a number of situations.

From the previous analysis it appears that reasonable compromises can be found in the range of symbolized representations of the land forms, drawing as much information as possible from the airphotos, with a reasonable minimum of metric control.

The "Topomorphic" maps here submitted (fig. 1 to 4) exploit the current techniques for controlled mosaics and reconnaissance mapping. Their basic characteristics are:

- Acceptable horizontal control of a reconnaissance nature (Astro fixes, mechanical radial triangulation, rectification, partial parallax corrections by 3rd order instruments if required and possible).
- Qualitative (or "artistic") representation of land forms, helped by estimates and approximate measurements on the stereomodel. The symbolized representation of natural and human features is first designed as to enable the traveller to recognize its ground location as easily and accurately as possible.
- Emphasis on structural, lithologic, hydrologic, agricultural or other features is given in accordance with the projects' purposes. This is obtained by keeping the specially trained interpreter-cartographers well informed on the subject. The degree of selected emphasis is generally moderate, as to leave intact the versatility of the map.
- The production rate of such maps is obviously controlled first by the securing of the basic geodetic control (astro fixes or other) and by the availability of highly skilled cartographers, with a good basic naturalistic knowledge. The man/month production can be made to range in the hundreds of sq.Km. for 1:50.000 scale and in the thousands of sq.Km.for 1:100.000 scale maps.
- The cost of construction, excluding the airphotography and the ground geodetic control, range in the fractions of dollar for scales 100.000 or smaller. Reproduction possibilities are of the easiest kind.

b) Fractures and linears:

It is only in the few past years that the investigation of fractures and joint patterns has been developed to a point where application to geologic problems of an economic nature can be considered. Thanks to the work of geologists and engineers (1). We can list the following applications: mining exploration and production development, civil engineering in roads, dams and underground reservoir construction; oil exploration as complementary photogeologic tool in blanketed areas, as help in structural interpretation of geophysical surveys, and in locating fracture belts affecting secondary permeability; geothermal energy exploration (2), as help in locating important carrier-fractures, defining structure and buried intrusions.

As it always happens to new branches of research, the techniques are under rapid evolution, in the attempt to define the fields of maximum efficiency of various possible approaches.

The photogeological approach to fracture studies has opened the door to regional investigation on a large scale. The consequent sudden flow of data has forced the processing techniques into statistical methods.

The following outline of mapping and processing techniques has been developed and tested for the investigation of large areas rather thar for the highly detailed study of a local situation.

i) Mapping the basic data

It is important that a classification of the linears, according to morphologic and genetic criteria appears in the first or "total" map. This classification will allow further processing to take into account relative weights or different mechanical meanings. Well defined faults and joints belts should be kept separated from other linears of a less defined nature. Further subdivision of the "morphologic" linears into "tonal line", "tonal boundary", "microdetails alignment" are examples of convenient classifications, which can be easily symbolized (fig.5).

The procedures for the transfer of photo annotations on a base-map do not differ from the usual photogeological procedures, but should be selected among these allowing standardized operation of high efficiency. Projection printing on 9 reference points per photograph meets, in most cases of flat areas, the requirements of accuracy and speed for scales 1/50.000 down. Mountainous areas will require some amount of parallax correction.

ii) Mapping the numerical results of statistical processing

The resort to statistical methods proceeds from the need of an objective lead admist a very large amount of rather uniform data. The quantities measured are lengths and azimuths. It is common practice to compute the total length of linears, within azimuth classes of a given amplitude (10° or 20°), and to express them in percentages of the total length within the area. The resulting figures can be plotted as orthogonal stereograms or as polar diagrams. The advantage of the latter representation is to maintain the azimuths for visual comparison with the basic data and with information of other kind (stratimetry, geophysics). Fig.6 is an example of such representation in which also the geographic location is preserved, by centering the polar diagram at the center of the area unit (0°10' Lat.-Long. rectangles). The same figure is also an example of separated computation of data, showing the well defined fractures and joints in the upper half of the diagram, and the "morphologic linears" in the lower half.

A similar presentation can be adapted to show the linears' distribution within area units other than geographic; as for example tectonic units, or outcrop areas of given stratigraphic units.

iii) Mapping selected information

As mentioned before, one very important condition to be considered in plotting processed information is to favor, in the highest possible degree, the comparison with information from other sources. One useful procedure consists of extracting from the total map, some data, according to statistical distribution peaks (fig.7). Fractures' trends, selected by such objective procedure as outlined, may be further elaborated on the basis of absolute density.

BIBLIOGRAPHIC NOTES

1) Blanchet, P.H., Development of Fracture Analysis as Exploration Method, Bull Amer. Assoc. Petrol. Geol., Vol.4, No.8, 1748-1759 (1957).

Bucher, W.H., Principles of Interpretation of Fracture Patterns, Yellowstone Righorn Research Assoc., Short Course, July 19-21, 5 pp., (1954).

Hodgson, R.A., Regional Study of Jointing in Comb Ridge, Navajo Mountain Area, Arizona and Utah, Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol., Vol.45, No.1,1-38,(1961)

Pincus, H.J., Statistical Methods applied to the Study of Rock Fractures, Bull. Geol. Soc. Amer., Vol 62, 81-128 (1951).

2) Marchesini E., Pistolesi A., Bolognini M., Fracture Patterns and Natural Steam, Symp. on Photointerpret., I.S.P., Delft (1962).

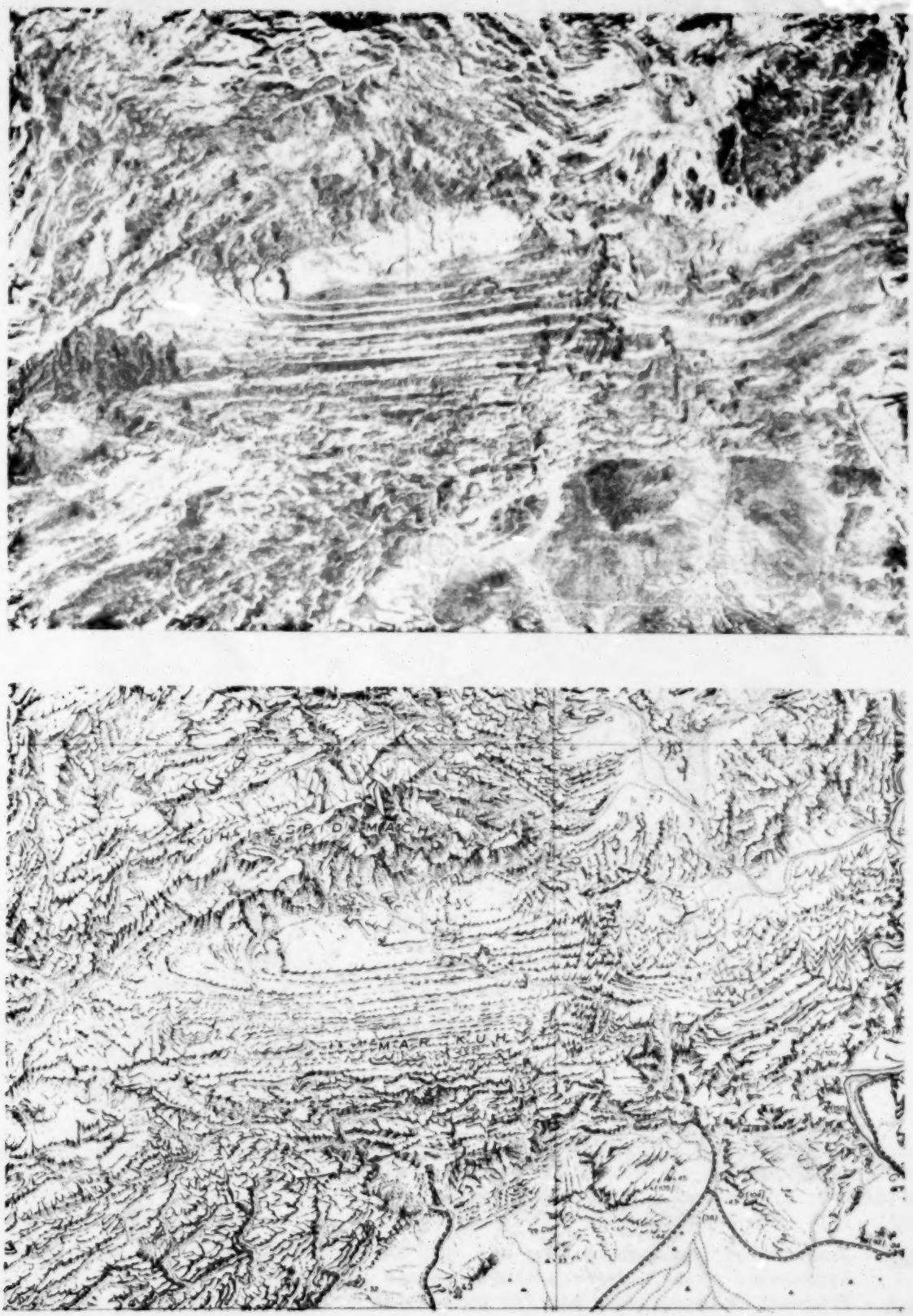


Fig.1-2 - Fragment of photomosaic and topomorphic map, scale 1:100,000 (photoreduction from originals at the scale 1:50.000) - Iran. Base map for oil exploration.

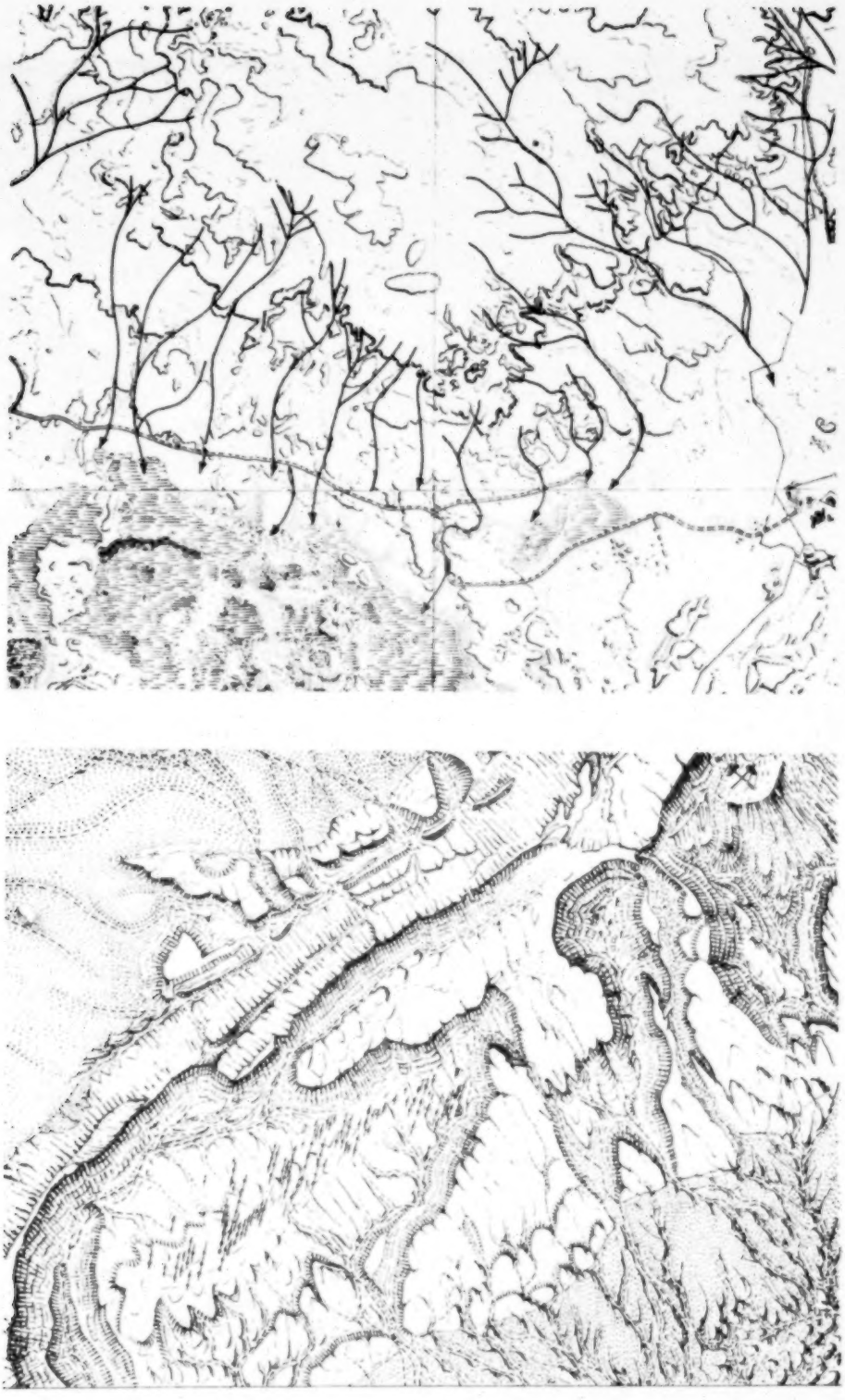


Fig.3 - Fragment of topomorphic base map with emphasized drainage for structural and hydrologic study. Eastern Libya. Scale 1:100.000.

Fig.4 - Fragment of topomorphic map for base metal prospecting. Scale of original 1:25.000. - slightly reduced.

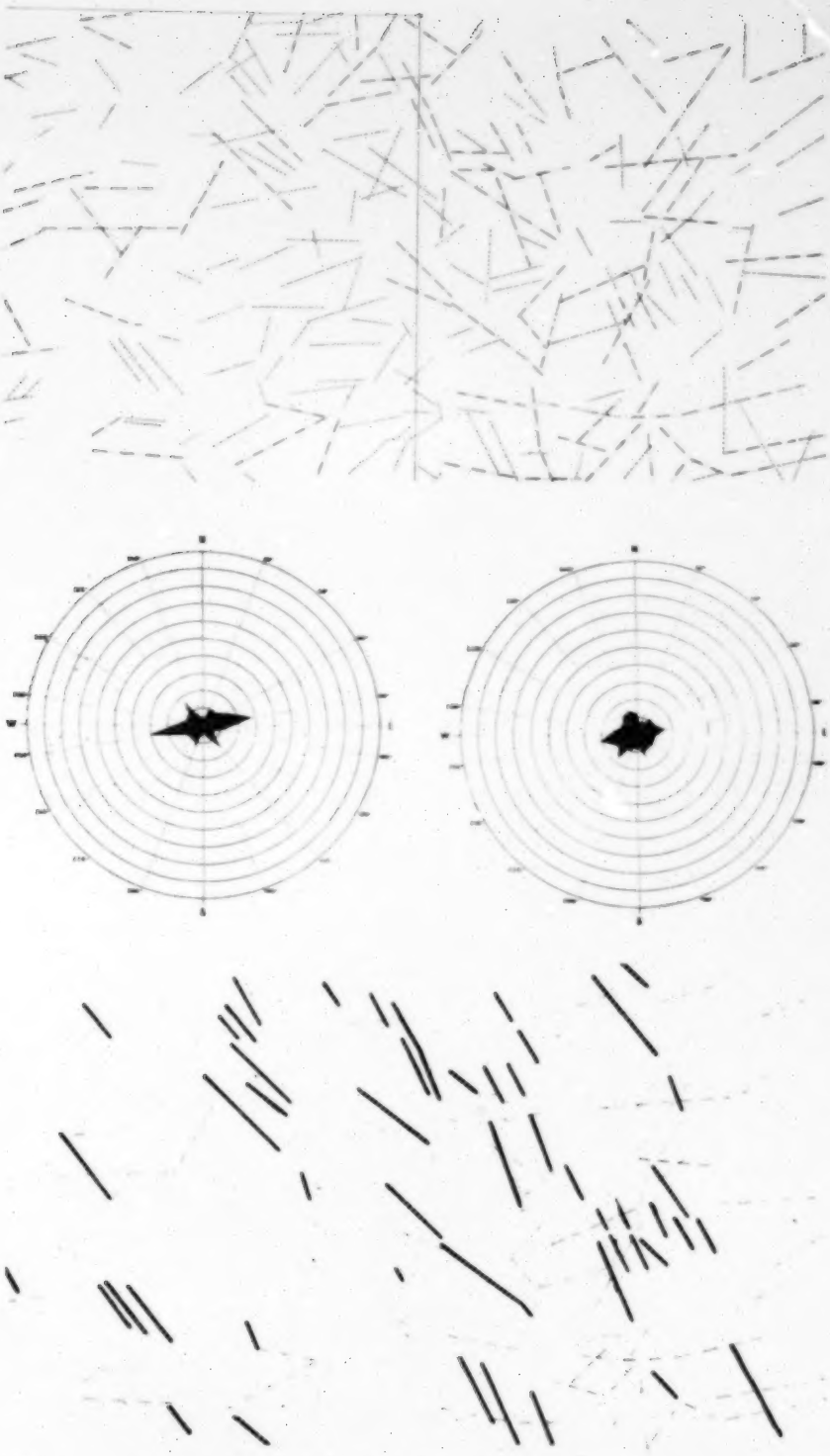


Fig.5, 6, 7,- Three maps from a study of airphoto linears: 5) Total field of linears showing symbolized classification. 6) Map of distribution of linears by 20° azimuth classes. "Recognized fractures" in upper half of diagram, "morphologic linears in lower half". Area units of 0°10' Lat.-Long. 7) Map of selected trend.

1356 E - Nov. 1962 - 1, 600

E/CONF.39/A/335
3 Nov.1962
ORIGINAL : FRANCAIS

CONFÉRENCE DES NATIONS UNIES
SUR L'APPLICATION DE LA SCIENCE ET DE LA TECHNIQUE
DANS L'INTÉRÊT DES RÉGIONS PEU DÉVELOPPÉES

Point de l'ordre du jour : A. 5. 1

France

POLITIQUE D'EXPLOITATION DES RESSOURCES MINERALES : LA MISE EN VALEUR DES RESSOURCES DE MINERAIS RADIO-ACTIFS DANS LES PAYS D'AFRIQUE FRANCOPHONES ET A MADAGASCAR, ET LA FORMATION DU PERSONNEL ADEQUAT

Par J. LECOQ,
Commissariat à l'Energie Atomique,
France

Les mémoires rédigés à l'intention de la Conférence des Nations Unies sur l'application de la science et de la technique dans l'intérêt des régions peu développées sont des documents de travail. Ils sont publiés tels qu'ils ont été présentés et les assertions et opinions qu'ils contiennent sont celles de leurs auteurs.

NOTES

1. Les mémoires choisis pour être présentés en séance générale pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

2. Les mémoires choisis pour être présentés en séance spéciale pourront être obtenus à la Conférence dans l'une seulement de ces langues officielles.

3. Les résumés qui ont été rédigés pour tous les mémoires par les auteurs de ceux-ci pourront être obtenus à la Conférence dans les langues officielles suivantes des Nations Unies: anglais, espagnol, français et russe.

4. Préalablement à la Conférence, les mémoires et les résumés ne feront pas l'objet d'une distribution générale mais d'un tirage restreint destiné aux délégations des gouvernements et autres participants officiels. La publication et la distribution générale des actes de la Conférence s'effectueront conformément aux règles et pratiques agréées par le Comité des publications des Nations Unies.

- Politique d'exploitation des ressources minérales.

La mise en valeur des ressources de minerais radio-actifs dans les pays d'Afrique francophones et à Madagascar, et la formation du personnel adéquat.

par J. LECOQ Commissariat à l'Energie Atomique (France)

I - Historique de l'activité du C.E.A. dans les pays d'Outre-Mer.

Dès sa création, en fin 1945, le Commissariat à l'Energie Atomique (C.E.A.) a du résoudre le problème de son approvisionnement en matières premières car, à cette époque et pour de nombreuses années, les productions d'uranium dans le monde étaient réservées à un petit nombre de pays. Un effort très important de prospection de minerais radio-actifs a donc été entrepris. Nous ne parlerons pas ici de l'activité minière du C.E.A. en France et des résultats qu'elle a acquis; nous rappellerons seulement que c'est essentiellement grâce à eux que la France a pu devenir le quatrième producteur d'uranium du monde occidental.

Mais, parallèlement, une action d'envergure a été menée dans les pays qui constituaient alors l'Union française et, dès 1946, des missions importantes ont été envoyées à Madagascar, au Congo, puis en Côte d'Ivoire. Les débuts ont été difficiles, car l'urgence du programme a exigé de mener de front les tâches suivantes : En France, engager les cadres en leur donnant une formation particulière à ce nouveau type de prospection; acquérir le matériel banal (véhicules par exemple) et construire le matériel spécial (appareils de radiométrie); localement, recruter la main-d'oeuvre et installer les bases; lancer les équipes sur le terrain.

Au fur et à mesure que des progrès ont été réalisés sur le plan des méthodes de travail, dans la qualité du matériel ad hoc, dans la formation du personnel spécialiste, des nouvelles missions ont été lancées dans les régions qui présentaient des caractères favorables à l'existence de gisements uranifères. Sur les premiers indices découverts au Congo et à Madagascar, on a procédé de suite à des travaux importants de reconnaissance détaillée, et même d'exploitation. Mais ils conduisirent à des échecs.

Ces tentatives infructueuses et bien des insuccès dans la prospection elle-même auraient normalement fait abandonner les prospections Outre-Mer, et il a fallu toute la continuité de vues et aussi des moyens financiers dont disposait le Commissariat à l'Energie Atomique pour que ce dernier persévère dans son effort. Heureusement, deux faits ont permis de donner à la politique minière du C.E.A. une nouvelle orientation. D'abord, les découvertes successives de gisements importants en France et leur mise en exploitation a donné au C.E.A. les disponibilités de matières premières immédiatement nécessaires à ses réalisations initiales. Une production Outre-mer devint moins urgente et il fut possible de procéder plus graduellement dans les étapes qui mènent de l'exploration préliminaire à la production de minerai. On poursuivit avant tout la prospection générale. En deuxième lieu, l'adoption de méthodes déjà expérimentées par certains pays comme les U.S.A. mais auxquelles le C.E.A. a apporté des perfectionnements considérables, a permis de donner à ces travaux un développement et une efficacité accrus. Entre autres, citons la prospection radiométrique auto-portée et surtout aéro-portée. Dès lors, le C.E.A. a pu couvrir annuellement des surfaces de

plusieurs centaines de milliers de Km2 parmi lesquelles il a pu discerner les zônes sans intérêt qui pouvaient être abandonnées d'une part, et les secteurs favorables où un travail plus détaillé était opportun, d'autre part. Durant ces dernières années, un effectif moyen de 130 cadres européens (géologues, ingénieurs, prospecteurs, agents de maitrise, techniciens) était employé dans les diverses missions et centres du C.E.A. Outre-Mer, alors que le personnel engagé localement se montait à près de 1000 agents. En Afrique, 700.000 km2 ont été couverts par prospection aérienne, et 145.000 km2 ont été explorés au sol, les chiffres correspondants pour Madagascar étant de 90.000 km2 et 20.000 km2. On peut voir dans les cartes jointes que tous les pays africains d'influence française et malgache ont déjà été l'objet d'une première investigation dans certaines de leurs provinces qui présentaient à priori des caractères favorables. Bien entendu, on ne saurait prétendre que toutes les régions susceptibles de contenir des gisements uranifères ont été prospectées; il reste encore des surfaces énormes encore vierges et qu'un travail systématique d'inventaire abordera dans l'avenir. Mais il n'en reste pas moins que l'oeuvre accomplie est déjà considérable et constitue une expérience d'envergure exceptionnelle.

Sur le plan des résultats, si de très nombreux indices minéralisés ont été découverts, bien peu ont conduit à la mise à jour de gisements ou en donne de fortes présomptions. Il n'y a pas là du reste à tirer une leçon trop pessimiste. On doit seulement constater que l'uranium ne se trouve pas plus facilement que la plupart des substances minérales. En fait, jusqu'ici deux découvertes dans les pays d'outre-mer où s'est exercée l'activité du C.E.A. ont conduit à de véritables exploitations minières : A Madagascar, dans le Sud-Est de l'Ile, un ensemble de gisements d'uranothorianite (minerai mixte de thorium et d'uranium) est exploité depuis la fin de 1953, fournissant une production appréciable d'uranium et surtout de thorium qui, à l'heure actuelle, est la plus importante du monde. Ces centres miniers ont apporté une activité industrielle avec ses conséquences sociales (écoles, dispensaires, etc.) dans une région semi désertique dont la population ne trouvait jusque là que de maigres salaires dans des petites mines de mica à marche très intermittente. Malheureusement, le manque d'emploi nucléaire actuel du thorium freine ces exploitations.

Au Gabon, en 1956, fut découvert le gisement de Mounana, dans la province de Franceville. Les premières reconnaissances ayant indiqué qu'on était en présence d'un gisement dont les tonnages et la teneur étaient au-dessus de la moyenne, les travaux de préparation et de mise en exploitation ont été activement poussés. Pour les entreprendre, le C.E.A. a provoqué la création d'une Société, la Cie des Mines de Franceville, au capital de 2,5 milliards de Fr.CFA, constituée, en sus du C.E.A., par des Cies minières et une banque importante. Le gisement se trouve dans une région bordière de la grande forêt et on y accédait par 400 km d'une route impraticable en mauvaise saison, aboutissant au chemin de fer Congo-Océan. La région est relativement peuplée ce qui a permis le recrutement de main-d'oeuvre. Mais, au début, il a fallu envoyer de France non seulement les cadres, mais tous les ouvriers qualifiés qui sont maintenant repliés au fur et à mesure de la formation d'agents locaux. Malgré les difficultés de toutes sortes, on a réussi en quatre ans et demi, à réaliser toutes les installations, y compris une usine chimique de traitement de minerai. L'exploitation est actuellement en pleine activité et le C.E.A. lui a réservé un contingent sur ses approvisionnements d'uranium. Plus de 60 européens et de 500 africains y sont employés. Des cités modernes et confortables ont été construites pour ce personnel avec tous les compléments sociaux : hopital, maternité, écoles, sports, loisirs, dont le bénéfice a été étendu à toute la population voisine. De plus, une formation professionnelle a été lancée dans des métiers très divers et à plusieurs échelons.

II - Conjoncture actuelle et perspective du marché de l'Uranium.

Après une ascension qui n'a eu d'égale pour aucune substance, même le pétrole, l'uranium est entrain de subir une crise aigüe. Ainsi, la production du monde occidental en uranium qui avait atteint 35.000 t. de métal en 1961, baissera jusqu'à 20.000 t. en 1966 et peut être en-dessous de ce chiffre par la suite. Les prix du métal suivent une courbe encore plus accentuée.

L'incidence de cette conjoncture est très dure sur les pays exportateurs d'uranium. Le Canada, dont la production en1959 se classait en tête du monde occidental avec 12.230 tm. d'uranium va tomber à un millier de tm. en 1966. Depuis 1960, 11 usines ont été fermées sur 19. Ces opérations sont des catastrophes sur le plan économique et social. Des villes entières construites au moment de la création de ces exploitations ont été abandonnées, des dizaines de milliers d'ouvriers ont dû aller chercher du travail ailleurs. Les compagnies ont cessé d'entretenir les mines et les usines, se contentant d'"écrémer" les parties riches du gisement qu'on laissera noyer et s'effondrer. De cette sorte, la reprise de ces ouvrages sera une opération délicate parfois impossible; il faudra rebâtir les usines en renouvelant les investissements. Il y a là un gaspillage d'efforts et d'argent très préjudiciable dans le présent et encore plus dans l'avenir. En Afrique du Sud, le phénomène est analogue, quoique plus amorti.

III - Position du C.E.A. dans la conjoncture actuelle.

En voici les idées directrices : Si la production actuelle dans le monde est, et restera pendant plusieurs années, nettement supérieure à la consommation, un jour celle-ci reprendra une courbe ascendante qui risque d'épouser une allure très raide. Cette époque qui correspondra à celle ou l'énergie nucléaire deviendra compétitive de l'énergie classique, se situera d'après les avis autorisés, entre 1970 et 1975. Les pays qui cherchent à exporter maintenant de l'uranium ne pourront plus faire face à la demande, surtout si eux-mêmes ont des besoins nationaux prioritaires, et les pays pauvres en uranium risquent de ne plus pouvoir approvisionner leur industrie nucléaire au moment même où ils souhaiteront l'implanter chez eux. Tant à titre d'utilisateurs futurs que d'exportateurs éventuels, les Pays d'Outre-mer ont donc intérêt à s'assurer chez eux de nouvelles réserves d'uranium. La sagesse conseille donc de suivre le programme suivant :

1º/ Freiner la production partout où cela peut être fait sans dommages excessifs,
2º/ Mais maintenir une activité suffisante dans les centres équipés afin que le potentiel de reprise en soit conservé,
3º/ Ne pas installer de nouveaux centres de production tant que les perspectives du marché de l'uranium ne rendront pas cette opération justifiée,
4º/ Poursuivre l'inventaire des ressources qui permettront le développement ultérieur de la production en orientant les efforts vers les indices susceptibles de mettre à jour des gisements d'importance mondiale,
5º/ La formation du personnel qualifié étant longue et difficile, notamment dans les pays neufs, un effort sera non seulement maintenu mais accru dans ce domaine.

IV - Programme du C.E.A. -

Le programme du C.E.A. a été déduit des principes ci-dessus.

I. Certaines exploitations en découverte du C.E.A. ne travaillent plus qu'au ralenti, au besoin, elles seront stoppées. En effet, une carrière est beaucoup plus souple qu'une mine; arrêtée, elle n'exige pas d'entretien et le matériel qui y était employé (engins mobiles) peut être reporté vers d'autres chantiers.

2. En revanche, le Commissariat fait un effort spécial pour maintenir un niveau d'activité suffisant sur les gisements de Madagascar et au Gabon afin que le bénéfice du développement réalisé sur ces exploitations ne soit pas perdu.
3. Les prospections et les reconnaissances sont concentrées sur les indices retenus, comme justifiant une étude plus détaillée. Actuellement, ce sont les suivants :

a) au Gabon, de nouveaux points minéralisés ont été reconnus dans la région de Franceville et dans les mêmes séries géologiques que le gisement de Mounana.

b) A Madagascar, des minéralisations assez nombreuses ont été trouvées dans l'Ouest de l'Ile dans un contexte géologique favorable; ces possibilités sont soumises à une investigation serrée. c) Dans la République du Niger, dans la région d'Agadès, de nombreux indices ont été découverts sur une vaste surface. Ils motivent un très gros effort de reconnaissance par sondages et par prospection détaillée aéroportée et au sol. Tous ces travaux sont en cours; aucun d'eux n'a encore débouché sur un véritable gisement.

4. Si les résultats de ces reconnaissances sont positifs, on poussera les travaux jusqu'à définir toutes les caractéristiques des gisements : tonnage disponible, teneur du minerai, conditions d'exploitabilité, aptitude du minerai à la concentration. On sera donc prêt à lancer l'exploitation dans les meilleures conditions techniques et financières le jour de la reprise du marché de l'uranium. Auparavant, toute décision de ce genre serait prématurée et déraisonnable. Le minerai produit ne trouverait pas d'acquéreur, les capitaux seraient investis en pure perte et l'entreprise déficitaire ne serait d'aucun rapport. Il sera beaucoup plus sage d'attendre le moment favorable car alors les bénéfices de cette exploitation créeront des recettes, notamment à l'Etat du pays où elle se trouve.

V - Formation de personnel africain et malgache par le C.E.A. sur le plan local.

A - Personnel formé par les Missions C.E.A. d'Outre-Mer.

a) Formation de techniciens. Les Missions du C.E.A. Outre-Mer ne sont pas uniquement consacrées à des prospections. L'infra-structure technique de missions comprenait un parc de véhicules, des ateliers de mécanique et de menuiserie, du matériel minier, du matériel électrique. Aussi, le C.E.A. a-t-il été amené à former plusieurs aides-techniques, dont certains ont maintenant plus de dix ans d'ancienneté au C.E.A. et la perspective de devenir des cadres. Il a été ainsi formé des aides-topographes, charpentiers, maçons, mineurs, électriciens, mécaniciens, électroniciens, des conducteurs de véhicules ou d'engins et des bons secrétaires et employés.

b) Formation des aides-prospecteurs. Entreprise à la fin de 1953 par la mission du Congo-Brazzaville, cette formation a été plus originale. On a enseigné les procédés de la prospection à de jeunes Africains ayant le certificat d'études primaires. L'expérience a été étendue dans d'autres Etats du Centre et de l'Ouest de l'Afrique. L'utilité de ces aides-prospecteurs africains ne s'est imposée et développée que peu à peu. Encadrés dans des colonnes de prospection et après une sélection assez sévère, les aides-prospecteurs africains ont été à la base de l'exécution rapide et correcte de nombreux travaux de prospection radiométrique ou géochimique. Ils ont été l'origine de la découverte de plusieurs indices uranifères. A Madagascar, une politique analogue a été menée. On peut estimer qu'en Afrique et à Madagascar, le C.E.A. a formé une centaine d'aides-prospecteurs dont la plupart font encore partie de nos équipes ou sont en fonction dans des Sociétés ou organismes géologiques ou miniers.

c) Les stages de pré-cadres. Ces stages ont commencé au Gabon en 1960. Ils sont destinés à promouvoir des aides-prospecteurs et aides-techniques dont le travail a été particulièrement apprécié et qui ont poursuivi leurs études 1 ou 2 ans après le certificat d'études. Au cours du stage, leur formation est complétée par enseignement

général (français, sciences naturelles, dessin, et aussi par des travaux pratiques (topographie, électricité, analyses géochimiques courantes). Ces cours sont donnés en partie dans le centre de la mission, en partie dans un collège (classes de 4ème ou 3ème par exemple). En Afrique centrale, il y avait en 1960 et 1961 une dizaine de candidats à ces stages de pré-cadres, tant des Gabonais que des Congolais.

B - Formation de prospecteurs à l'Ecole de Razès (Hte Vienne).

Le Commissariat, a reconnu l'intérêt d'adjoindre à chaque géologue deux ou trois agents ayant une formation suffisante pour le seconder dans la conduite des travaux. Ce personnel de prospecteur est recruté parmi des jeunes gens disposant d'un bon bagage universitaire (niveau premier baccalauréat) et formé au cours d'un stage spécial organisé par le Commissariat dans son centre de Razès, d'une durée de six mois. Il comprend une partie théorique (géologie, minéralogie, pétrographie, chimie, électronique, topographie) et des travaux pratiques en laboratoire et sur le terrain. Les professeurs et moniteurs sont choisis parmi les spécialistes du C.E.A. Un examen final assez sévère clôt le stage. Quinze ans d'expérience sur le terrain ont prouvé la qualité des prospecteurs ainsi formés de sorte que des sociétés minières françaises et des organismes officiels de recherches minières ont demandé au C.E.A. de recevoir en stage à Razès certains de leurs agents. De plus, à chaque session le C.E.A. offre à tous les gouvernements des pays entretenant avec la France des relations amicales et de coopération d'accueillir des élèves-prospecteurs présentés par eux. Ainsi nous avons formé à la prospection des jeunes gens de la République fédérale allemande, du Brésil, Cameroun, Dahomey, Espagne, Italie, Laos, Niger, Suède, Tunisie, Turquie, Yougoslavie.

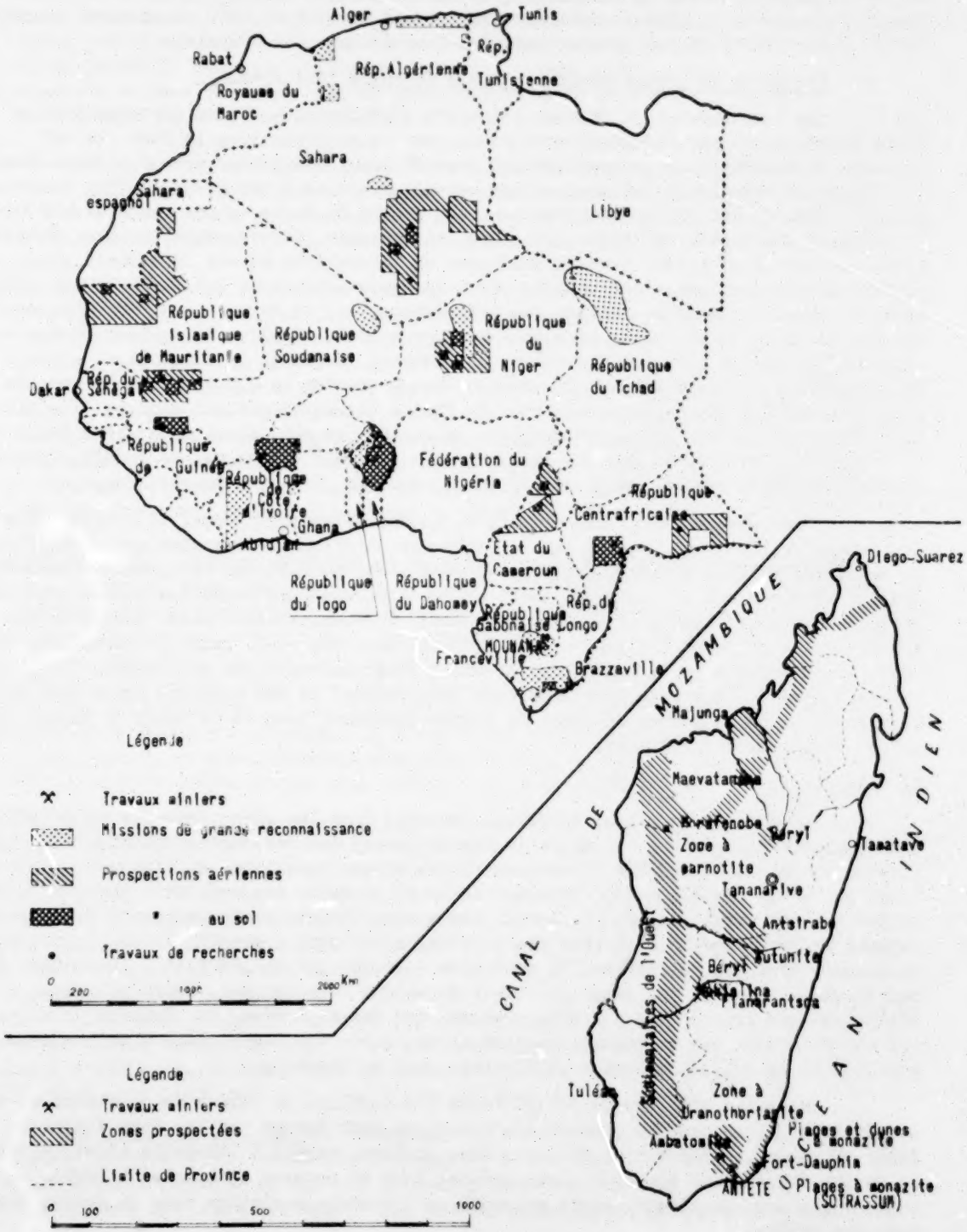
Bien que pour eux, aucun frais de scolarité ne soit perçu, on remarque que les jeunes gens originaires des pays d'Outre-mer d'influence française ayant bénéficié de ce stage, sont en nombre assez faible; cela tient au fait que le niveau d'instruction exigé à l'entrée est relativement élevé et que dans ces pays neufs les jeunes gens qui le possèdent sont souvent réservés à des postes de commandement. Mais dans un proche avenir, grâce à l'effort d'instruction en cours dans ces pays, leurs gouvernements pourront nous envoyer à Razès des élèves beaucoup plus nombreux. Dès maintenant, le C.E.A. a déjà choisi des éléments méritants dans le personnel de ses missions outre-mer, et leur fait suivre en France un stage de perfectionnement inspiré du cours de Razès, mais allégé des parties théoriques.

VI - Conclusion.

Depuis dix sept ans, le C.E.A. poursuit dans les pays africains et malgache d'influence française une politique de développement des ressources uranifères et thorifères cohérente à laquelle il a consacré des moyens techniques et financiers considérables. Cette politique qui comprend, comme il se doit, des modalités adaptées à la conjoncture et variables avec celle-ci, est conçue d'après quelques grands principes, ouvrant un large avenir à l'industrie minière de ces pays : besoins futurs importants en matière première de l'industrie nucléaire - Continuité de l'effort - Adaptation des techniques aux conditions particulières - Formation du personnel. Cette politique a déjà porté ses fruits; des surfaces immenses ont été explorées, des indices valables ont été reconnus; des exploitations sont en activité; des techniciens à de nombreux échelons et de qualifications très diverses sont au travail.

Mais une très grande oeuvre reste à accomplir. Le climat de confiance et de coopération qui a toujours présidé aux relations entretenues par les Pays d'Afrique francophones et la République Malgache avec le Commissariat à l'Energie Atomique, doit en rendre l'exécution beaucoup plus aisée et leur en assurer un complet bénéfice en concordance avec le développement escompté de l'énergie nucléaire dans le monde, dans quelques années.

LE CEA A MADAGASCAR ET DANS LES ETATS AFRICAINS FRANCOPHONES



1594 F - Nov. 1962 - 1,000